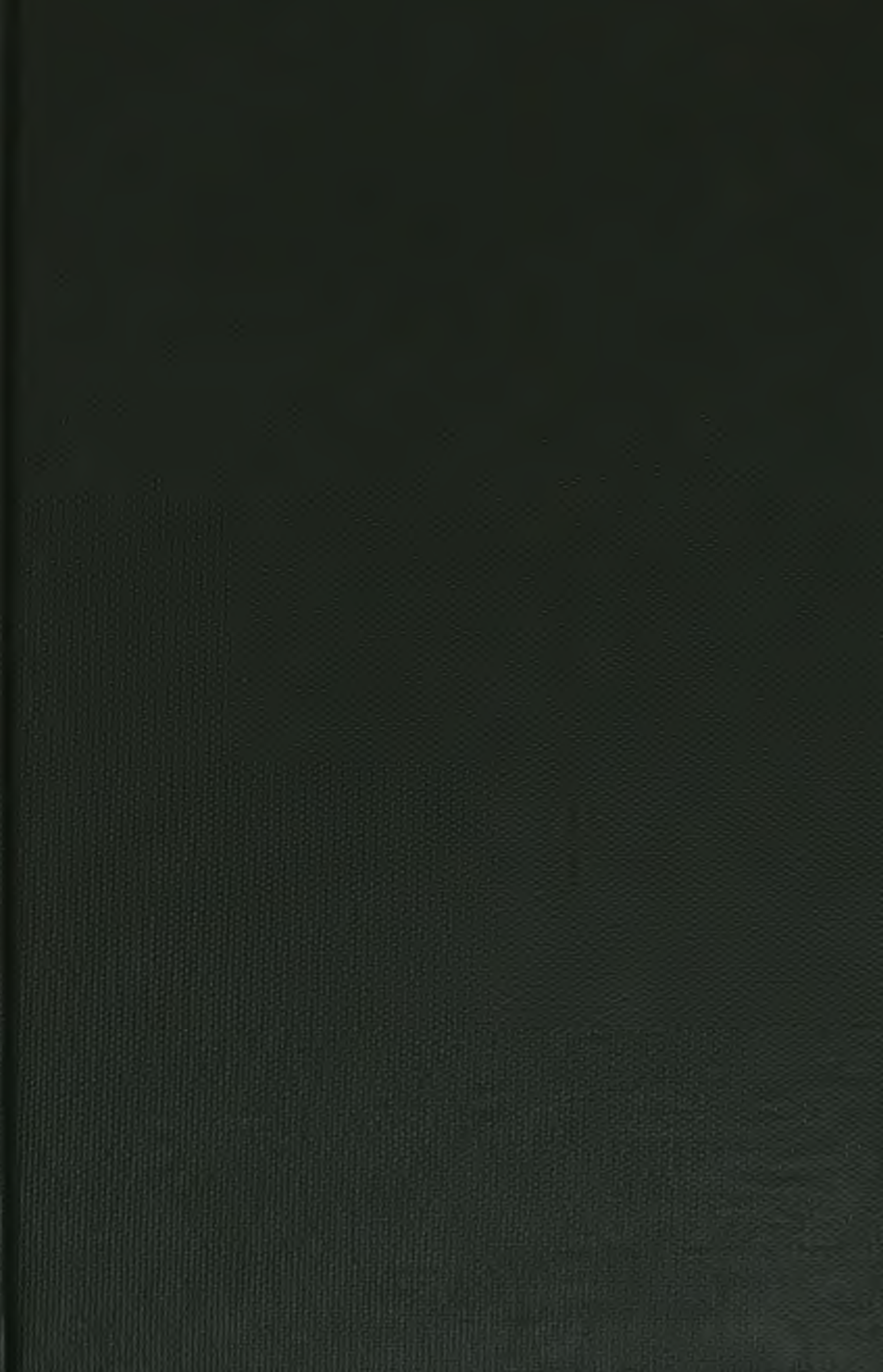
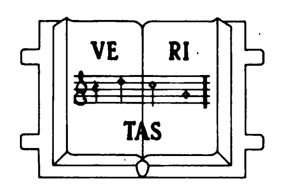



VE
RI
TAS



Beiträge

zur

Akustik und Musikwissenschaft.



Anal. I.

Beiträge

zur

Akustik und Musikwissenschaft

herausgegeben

von

Dr. Carl Stumpf,

o. Professor an der Universität zu Berlin.

---

1. Heft:

C. Stumpf: Konsonanz und Dissonanz.



Leipzig

Verlag von Johann Ambrosius Barth

1898.

Vorwort.

Die nächste Veranlassung zur Herausgabe dieser „Beiträge“ bildete für mich der Entschluss, an Stelle der zwei noch rückständigen Bände der „Tonpsychologie“ Untersuchungen zur Musiktheorie in anderer Form an die Oeffentlichkeit zu bringen. Indem ich, wie man doch thun soll, an die Leser dachte, erschien mir für die ersten und die letzten Bände ein sehr ungleiches Publikum: für jene mehr die psychologischen Fachgenossen, für diese mehr die Musikgelehrten und die nachdenklichen Musiker. Psychologen und Physiologen dagegen, soweit sie nicht zugleich musikalische Neigungen besitzen, hätten nur den allgemeinsten Fragepunkten über das Wesen der Konsonanz, des Harmoniegefühls u. dgl. tieferes Interesse entgegengebracht. So wird es denn zwar nicht schöner, aber praktischer sein, die äussere Einheit des Werkes aufzugeben. Die in den „Beiträgen“ erscheinenden Monographien können, glaube ich, ohne die Tonpsychologie verstanden werden, wenn auch Solche, die eingehender über gewisse Punkte nachzulesen wünschen, durch Citate darauf zurückgewiesen werden. Die Häufigkeit der Selbstcitate im ersten Hefte bitte ich nicht übel zu vermerken, es waren eben die früheren Arbeiten zum grossen Theil schon im Dienste des hier verhandelten centralen Problems unternommen.

Die „Beiträge“ werden aber auch Arbeiten Anderer enthalten, und sie würden, wenn sich daraus ein Organ für strengwissenschaftliche Behandlung hierhergehöriger Fragen entwickelte, damit den wesentlicheren Theil ihren Aufgabe erfüllen. Zwar sind es vorläufig nicht Viele, von denen hier fruchtbare Bethätigung zu erwarten ist. Aber hoffentlich mehrt sich ihre Zahl, und jedenfalls muss man einmal versuchen, die Fähigen zu gemein-

samer Arbeit zu rufen. Für die nächsten Hefte sind Untersuchungen aus dem hiesigen psychologischen Seminar, dessen akustische Einrichtungen nunmehr zu erwünschter Vollständigkeit gediehen sind, in Vorbereitung. Einige davon werden aus der „Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane“ hier abgedruckt.

Zur „Akustik und Musikwissenschaft“ in dieser Verbindung der Begriffe rechnen wir alles, was zum Verständniss der Thatsachen des Hörens und der Musik beigebracht werden kann, seien es physikalisch-physiologische, biologische, psychologische, oder seien es ethnologische, musikgeschichtliche und musiktechnische Betrachtungen. Nur rein physikalische und ebenso rein historische Untersuchungen sind ausgeschlossen, obschon ich nicht leugne, dass die Theorie der singenden Flammen und der Klangfiguren zur Akustik, die Lebensbeschreibung von Paganini oder Gyrowetz zur Musikwissenschaft im gewöhnlichen Wortsinne gehört.

Berlin, Februar 1898.

C. Stumpf.

Inhalt des ersten Heftes.

Konsonanz und Dissonanz. Von C. Stumpf.

Konsonanz und Dissonanz.

Von

CARL STUMPF.

Erstes Kapitel.

v. Helmholtz' Definitionen.

Unter den Werken der neueren naturwissenschaftlichen Litteratur ist wohl keines so oft als klassisch bezeichnet worden wie HELMHOLTZ' „Lehre von den Tonempfindungen"; und dieser Bezeichnung kann Niemand widersprechen, der die Schwierigkeit des Gegenstandes mit der Ruhe und Eleganz der Darstellung, der überredenden Kraft der Grundgedanken, der Fülle des durch sie bezwungenen Materials vergleicht. Dennoch dürfen wir uns heute nicht verhehlen, dass eine feste Grundlage für die Theorie der Musik damit keineswegs gewonnen, dass vielmehr der Mittelpunkt des Ganzen, die Theorie der Konsonanz, unhaltbar ist. Die im Folgenden aufgeführten Gründe haben mich bereits vor zwei Jahrzehnten zum Suchen nach einer neuen Grundlegung angetrieben. Ich wollte sie aber nur zusammen mit dieser selbst veröffentlichen — on ne détruit que ce qu'on remplace —, habe daher nur gelegentlich Einiges davon erwähnt.

Nun ist gegen HELMHOLTZ längst bald dieses bald jenes Bedenken geltend gemacht.[1] Sei es aber, dass die Form nicht

---

[1] A. v. OETTINGEN, LOTZE, HOSTINSKY, MACH, HUGO RIEMANN, PREYER, WUNDT, G. ENGEL, MELDE und besonders TH. LIPPS (1883, 1885, 1895) sind unter den Kritikern zu nennen.

Uebrigens muss man nicht meinen, dass HELMHOLTZ' Erklärungsprinzipien ganz neu gewesen wären. Die von ihm allerdings in vollkommenster Weise durchgeführten Lehren gehen ebenso wie die Polemik

immer überzeugend war oder dass man einzelnen Einwänden und Schwierigkeiten durch Hilfshypothesen abhelfen zu können glaubte — genug, die Naturforscher sind noch heute fast allgemein der Theorie zugethan, und von den Musikern, die sich zuerst reservirt verhielten, fangen manche gerade jetzt an, gegenüber einer physiologischen Theorie von so ungewöhnlicher Lebensdauer ihre Zweifel schwinden zu lassen. Daher wird eine eingehende Formulirung der durchschlagendsten Argumente immer noch nützlich sein, um den Versuch einer Neubegründung zu rechtfertigen.

HELMHOLTZ giebt, genau zugesehen, nicht eine, sondern zwei verschiedene Definitionen von Konsonanz und Dissonanz, die zwar in der Durchführung vielfach miteinander verknüpft werden, aber in sich selbst betrachtet durchaus verschieden sind und ein verschiedenes Anwendungsgebiet besitzen.

Die Hauptdefinition lautet: „Konsonanz ist eine kontinuirliche, Dissonanz eine intermittirende Tonempfindung“ (S. 370 der 4. Aufl.). Diese Definition ruht auf der Erscheinung der Schwebungen (einschliesslich der von den Obertönen herrührenden), welche bei Dissonanzen stark, bei Konsonanzen weniger stark oder gar nicht auftreten. Es ist der

---

dagegen tief ins vorige Jahrhundert zurück. SAUVEUR erklärte bereits 1700 die Dissonanz aus den Schwebungen, ESTÈVE 1751 die Konsonanz aus zusammenfallenden Theiltönen, wenn auch mit anderer Wendung des Gedankens als bei HELMHOLTZ. SAUVEUR's Lehre wurde durch ROBERT SMITH 1749 weitergebildet (vgl. MACH's Pop.-wiss. Vorlesungen S. 48f.). Auch bei dem wackeren ANDREAS SORGE, Vorgemach der musikal. Komposition (1745 bis 1747) findet man S. 334 Hierhergehöriges. Er sagt über die Dissonanzen: „Statt eines lieblichen Tons entsteht in der Tiefe ein donnerndes und erschütterndes Brausen, in der Höhe ein verdriessliches Geschwirre.“ Offenbar bezieht sich dies auf die Schwebungen. SORGE leitet u. a. daraus ab, warum selbst Terzen in der Tiefe übel klingen: in *C* seien die Obertöne c^1 und g^1 enthalten, in *E h* und gis^1, welche mit jenen Schwebungen geben. Ebenso erwähnt SULZER (1786) das „ganz unerträgliche Geschwirre“ bei Dissonanzen wie 99 : 100.

ROUSSEAU trägt in seinem *Dictionnaire de musique*, Art. Consonnance, die Erklärungen SAUVEUR's und ESTÈVE's vor, verwirft die erstere, findet dagegen die zweite einfach und glücklich, wenngleich nicht völlig befriedigend.

Ausdrückliche Ablehnung und Kritik der Obertontheorie für die Konsonanzlehre vor HELMHOLTZ' Zeit bei A. EXIMENO 1774, M. YOUNG 1784, CHLADNI 1802, GOTTFRIED WEBER 1817 f., MORITZ HAUPTMANN 1853. Doch wurde früher fast nur der Umstand geltend gemacht, dass unter den Theiltönen auch dissonante, wie der 7., 9., 11., vorkommen und sogar öfters recht stark sind.

Grad der dadurch bedingten Rauhigkeit, welcher den Grad der Konsonanz oder Dissonanz bestimmt. HELMHOLTZ hat unter gewissen, freilich ganz speziellen, Voraussetzungen hierfür sogar eine graphische Darstellung, eine Rauhigkeitskurve, abgeleitet (S. 318).

Da nun aber Schwebungen nur bei gleichzeitigen Tönen auftreten, so würde bei bloss melodischer Folge der Unterschied hinwegfallen. HELMHOLTZ führt hier den Begriff der Verwandtschaft ein (S. 423, 584), und zwar deckt sich die „direkte Verwandtschaft" der Töne mit der Konsonanz, während dissonante Töne nur indirekt verwandt sein können. Die direkte Verwandtschaft ist aber gegeben durch gemeinschaftliche Theiltöne. Je mehr und je kräftigere Theiltöne zwei Grundtönen gemeinschaftlich sind, um so stärker ist ihre Verwandtschaft. Hieraus ergeben sich wiederum die bekannten Unterschiede der Konsonanz zwischen Oktaven, Quinten, Terzen u. s. w. Diese Verwandtschaft wird nach HELMHOLTZ nicht etwa erkannt durch die bewusste Analyse eines Klanges, da das gewöhnliche Gehör Theiltöne nicht wahrnimmt: sondern sie wird als Aehnlichkeit der beiden Grsammtklänge unmittelbar erfasst, ebenso wie wir z. B. Gesichter als verwandt bezeichnen, ohne sogleich angeben zu können, worauf ihre Aehnlichkeit beruht (S. 595, vgl. auch 584). Hiernach kann man also kurz sagen: Konsonanz ist die durch gemeinschaftliche Theiltöne gegebene Aehnlichkeit zweier Töne, Dissonanz der Mangel einer solchen Aehnlichkeit, bezw. ein relativ geringer Grad derselben (wie denn auch nach dem ersten Prinzip graduelle Abstufungen von der Konsonanz zur Dissonanz hinführen).

Dieses Prinzip passt nun wiederum nicht auf gleichzeitige Töne; denn wenn zwei gleichzeitige Klänge, wie C und G, einen gemeinschaftlichen Theilton, hier g^1, haben, so sind für das Ohr nun eben drei Töne gegeben, zwei relativ starke (die Grundtöne) und ein relativ schwacher. Dass dieser aber den beiden starken gemeinschaftlich ist, können wir ihm nicht anhören. Das ist eine rein physikalische Thatsache, die dem Hörenden gemeinhin nicht einmal als solche bekannt ist, und wenn sie es wäre, nur sein Wissen, aber nicht seine Empfindung angehen würde. Für die Empfindung kann sich der gemeinschaftliche Ton nicht als gemeinschaftlicher, sondern nur etwa

als dritter Ton neben jenen geltend machen, und es ist durchaus unerfindlich, wie die beiden anderen in dem Bewusstsein des Hörenden durch ihn miteinander eine Verwandtschaft eingehen sollen. Zum Ueberfluss können wir dieselben Empfindungen auch so herstellen, dass wir zwei einfache Töne nehmen und dazu einen dritten schwächeren selbständig erzeugen, in welchem Fall also nicht einmal physikalisch irgend ein Zusammenhang der drei Töne besteht.

Wir haben also in der That zwei verschiedene Prinzipien bei Helmholtz, das eine ausschliesslich für gleichzeitige, das andere ausschliesslich für aufeinanderfolgende Töne gültig. Dieser Sachverhalt scheint ihm selbst seltsamer Weise entgangen zu sein, und weil er selbst die Doppelheit seiner Definition nirgends hervorgehoben hat, ist sie auch nicht allgemein und von Anfang an als Uebelstand empfunden worden. Etwas Missliches hat sie doch sicherlich. Man wird schwer zugeben, dass der Name „Konsonanz“ für gleichzeitige Töne etwas total anderes bedeutet als für aufeinanderfolgende. Schlimmer ist aber, dass keines der beiden Merkmale auch nur in seinem Gebiete Stand hält.

1. Die Definition durch Schwebungen.

Schwebungen bestehen in periodischen Stärkeveränderungen, im „Intermittiren“ der Tonempfindung.[1] Solche Stärkeschwankungen entstehen regelmässig, wenn zwei an Höhe nicht zu sehr verschiedene Töne einunddasselbe Gehörorgan zugleich erregen. Wir können aber periodische Stärkeveränderungen in beliebiger Frequenz auch bei einem einzigen Ton, etwa durch eine vor der Tonquelle rotirende durchbrochene Scheibe, erzeugen, und in

[1] Helmholtz folgerte aus gewissen Voraussetzungen, dass ausser den Stärkeveränderungen auch kleine Höheschwankungen stattfinden müssen, die er auch zu beobachten glaubte; und Sedley Taylor meint, dass erst darauf die „eigenthümliche Bitterkeit“ dissonanter Intervalle beruhe. Diese theoretisch berechneten Höheschwankungen kommen jedoch in Wirklichkeit nicht vor; statt ihrer erscheint unter gewissen Umständen ein Mittelton, der aber auch wieder eine konstante Höhe hat. Vgl. meine *Tonpsychologie* II, 474 f. Die Existenz dieses Mitteltones ist inzwischen von Melde u. a. bestätigt (Pflüger's *Archiv f. d. gesammte Physiologie* 1895, Bd. 60, S. 623 f.). Aber mit der Dissonanz hat er nichts zu thun. Bei einem Ganzton in mittlerer Lage ist er schon nicht mehr hörbar, noch weniger bei grösseren Intervallen.

diesem Fall entsteht nicht dasjenige, was der Musiker als Dissonanz bezeichnet. Zur Dissonanz gehören durchaus zwei Töne, ebenso wie auch die Konsonanz nicht durch Einen gleichmässig abfliessenden Ton, sondern nur durch zwei gegeben sein kann.

Die Definition also: „Konsonanz ist eine gleichmässige, Dissonanz eine intermittirende Tonempfindung", müsste zum mindesten so umgeformt oder so verstanden werden: „Konsonanz besteht in dem gleichmässigen, Dissonanz in dem intermittirenden Abfluss zweier Töne."

Aber auch so kehrt der Einwand wieder: Wir können Intermissionen in beliebiger Frequenz auch bei zwei konsonanten Tönen künstlich herstellen, ohne dass sie dissonant würden. Ein Geigentremolo mit Oktaven oder mit Quinten verwandelt diese Intervalle nicht in dissonante. Es gehören durchaus zwei bestimmte Töne, nicht zwei beliebige dazu, um konsonant oder dissonant zu sein.

Nun kann man sich freilich dahin entschliessen und verständigen, den Namen Dissonanz nur für die Fälle und für alle die Fälle zu gebrauchen, wo Intermittenz stattfindet, auch selbst wenn es sich nur um Einen Ton handelt, wie dies z. B. der verdienstvolle Physiker Alfred Mayer in allzu konsequentem Festhalten an Helmholtz gethan hat.[1] Aber Niemand wird glauben, dass durch ein Dekret über den Gebrauch eines Wortes die sachliche Schwierigkeit aus der Welt geschafft wird. Der Musiker, der doch in erster Linie hier mitzureden hat, wird einfach sagen: das ist Eure Dissonanz, aber nicht meine.

Es giebt aber nicht bloss Schwebungen ohne Dissonanz, sondern auch Dissonanz ohne Schwebungen. So liefert die auf einem Resonanzkasten stehende Stimmgabel von 500 oder auch 490 mit der von 700 Schwingungen, oder die von 700 mit der von 1000 Schwingungen, oder die von 780 mit der von 1100 eine Dissonanz, ungefähr mit dem Tritonus zusammenfallend und als solcher kenntlich, ohne dass von Schwebungen, von Rauhigkeit etwas zu bemerken wäre. Nach Helmholtz sind die Schwebungen am merklichsten und schärfsten, wenn ihre Anzahl pro Sekunde (in mittlerer

---

[1] A. M. Mayer, Researches in Acoustics, *American Journ. of Science and Arts* VIII (1874) S. 252. Mayer folgert auch, dass in der dreigestrichenen Oktave das kleinste konsonante Intervall der Ganzton sei.

Tonlage) etwa 33 beträgt; sie wird dagegen völlig unmerklich, wenn über 132 in der Sekunde erfolgen; der Zusammenklang erscheint dann glatt.[1] Wohlan, hier müssten 200—300 in der Sekunde stattfinden, da die Zahl der Schwebungen gleich der Differenz der Schwingungszahlen ist. Sie können also nicht mehr merklich sein und sind es nicht. Auch Schwebungen der Obertöne sind ausgeschlossen, da solche Gabeln bei nicht zu starkem Anschlag nur eine schwache Oktave und kaum eine Spur der Duodezime enthalten, die Oktaven-Schwebungen aber die doppelte Frequenz hätten wie die der Grundtöne, also wieder jenseits der Merklichkeitsgrenze lägen.

Ich habe sogar einen dissonanten Fünfklang hergestellt, worin jeder Ton mit jedem anderen merklich dissonirt, ohne dass Schwebungen bemerklich wären. Er wird erzeugt durch fünf Gabeln auf Resonanzkästen, die auf folgende Schwingungszahlen (theilweise durch Laufgewichte oder aufgeklebtes Wachs) abgestimmt sind: 172, 330, 472, 676, 1230. In Noten wäre er, wenn $a^1 = 440$ gesetzt wird, ziemlich genau so zu schreiben:



Schwebungen der fünf Töne untereinander sind hier ausgeschlossen, weil die Schwingungszahlen zu weit voneinander abstehen (die kleinste Differenz 142 zwischen e^1 und b^1 liegt schon jenseits der von Helmholtz angegebenen und für diese Region

---

[1] Wundt meinte sogar, allerdings irrthümlich, dass die Grenze schon bei 60 läge. In der dreigestrichenen Oktave kann man noch bis zu 300, bei noch höheren Tönen bis über 400 Schwebungen als Spur von Rauhigkeit wahrnehmen. Vgl. *Tonpsych.* II, 462. Die damals bereits von zwei geübten Mitbeobachtern bestätigten Angaben sind inzwischen auch durch Dr. M. Meyer, als wir den damals benutzten Jenenser Apparat für höchste Töne nachprüften, richtig gefunden. Ich bemerke hier, dass die Unzuverlässigkeit dieses Apparates in Hinsicht der eingeschriebenen Schwingungszahlen, die wir dabei konstatirten (Wiedemann's *Annalen d. Physik*, N. F., Bd. 61, S. 774) sich nicht auf die hierbei in Frage kommenden, sondern nur auf die noch höheren Gabeln erstreckte.

zutreffenden Merklichkeitsgrenze).[1] Die durch den ersten Oberton der Gabeln entstehenden Schwebungen sind zwar an sich nicht völlig ausgeschlossen (Oktave von *cis* mit e^1, Oktave von e^1 mit fes^2), aber sie werden nur einigermassen bemerkbar, wenn die bezüglichen Intervalle einzeln angegeben werden, verschwinden dagegen in dem ganzen Zusammenklang oder sind dann nur bei sehr scharfem Horchen noch zu entdecken.[2] Will aber einer, um sein Gewissen zu beruhigen, auch diese letzten Erdenreste von Rauhigkeit noch tilgen, so braucht er nur e^1 wegzulassen, dann kommt kein Intervall mehr vor, bei welchem ein Oberton schweben könnte, zugleich wächst auch die Minimaldifferenz der Töne selbst auf 204 Schwingungen; es ist dann auch theoretisch und auf dem Papier alles ganz „reinlich und zweifelsohne".

Dieser Zusammenklang ist also absolut glatt, und doch eine ausgesprochene Dissonanz, auch von abscheulicher Wirkung. Er ist schwebungsfreier als der konsonanteste Akkord der Musik in mittlerer Tonlage, und doch zugleich dissonanter als der dissonanteste Akkord der Musik. Schwebungsfreier als der konsonanteste: denn die Töne c^1 e^1 g^1

---

[1] Rudolf König hat allerdings angegeben, dass er mit elektromagnetisch erregten Gabeln noch bei sehr weiten Intervallen, die der Oktave, der Duodezime, der Doppeloktave nahelagen (wie sie hier also zwischen dem tiefsten Ton und den drei nächsten bestehen), Schwebungen beobachtet habe und dass jene Gabeln keine Obertöne besessen hätten; also direkte Schwebungen. Aber der Nachweis des letzteren Punktes scheint mir nicht überzeugend genug erbracht. Die elektromagnetischen Gabeln, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, gaben alle eine grosse Reihe von Obertönen. Als dagegen bei Resonanzgabeln oder bei Pfeifen die wenigen vorhandenen Obertöne durch Interferenzröhren ganz ausgelöscht wurden, verschwanden auch die Schwebungen jener weiten Intervalle vollständig (s. meine Abhandlung „Ueber die Ermittelung von Obertönen", Wiedemann's *Annalen der Physik*, N. F., Bd. 57, S. 660f. Dazu auch die Bemerkungen M. Meyer's, *Zeitschr. f. Psych.* XVI, S. 9. Diese Beiträge, 2. Heft, S. 33). Nach Helmholtz' Anschauung über das Zustandekommen von Schwebungen sind ohnedies bei so weiten Intervallen keine direkten Schwebungen möglich.

[2] Wie schwach die Obertöne von Resonanzgabeln und darum auch die durch sie veranlassten Schwebungen sind, geht schon daraus hervor, dass noch Helmholtz selbst solche Gabeln im Allgemeinen für obertonfrei hielt. Man muss auch, um ihre Obertonschwebungen deutlich hörbar zu machen, die tiefere Gabel (z. B. *cis*) sehr stark und die höhere (e^1) sehr schwach angeben, während in unserm Fall gleiche und nicht zu grosse Stärke vorausgesetzt ist.

z. B. machen untereinander immer noch 66 Schwebungen, und ebensoviele werden auch durch ihre kollidirenden Obertöne bei den gebräuchlichsten musikalischen Klangfarben erzeugt, so dass also eine noch recht merkliche Rauhigkeit entsteht. Dissonanter aber als der dissonanteste Akkord: denn die sog. dissonanten Akkorde enthalten immer auch konsonante Intervalle, während hier jeder mit jedem Ton dissonirt.

Freilich muss nun, was die Dissonanz und die üble Wirkung dieses speziellen Zusammenklangs angeht, der Leser, der nicht über die nöthigen Gabeln verfügt, mir und den Wenigen, die ihn gehört haben, Glauben schenken. Aber ähnliche Mehrklänge kann man doch in den meisten physikalischen, physiologischen, psychologischen Instituten durch Umstimmung vorhandener Gabeln erzeugen. Soll nicht gerade jeder Ton mit jedem anderen dissoniren, so kann man noch auf sehr viele Arten die ausgesprochensten dissonanten Vielklänge herstellen, die, mit nicht zu stark tönenden Resonanzgabeln ausgeführt, selbst für das feinhörigste und geübteste Ohr bei langem Hinhören kaum Spuren von Schwebungen zeigen und dennoch von jedem nicht gänzlich unmusikalischen Gehör schon im ersten Moment als dissonirend erkannt werden, z. B.



Die Töne aus der grossen und der dreigestrichenen Oktave kann man dabei, wenn die Gabeln fehlen, auch weglassen oder durch gedackte Pfeifen erzeugen, der Versuch wird immer überzeugend genug sein.

Ein besonderes Mittel, Dissonanz ohne Schwebungen herzustellen, und zwar auch schon bei Ganzton- und Halbtonintervallen, liegt in der Vertheilung zweier Stimmgabeln auf beide Ohren. Die Gabeln (diesmal nicht auf Resonanzkästen stehend) müssen einer bestimmten mittleren Tonregion angehören, von etwa 450 bis 1250 Schwingungen, am besten zwischen 800 und 1200. Bei den tieferen Gabeln wird der Ton

von jedem Ohr durch die Kopfknochen zu stark nach dem anderen Ohr geleitet, bei den höheren geht er durch die Luft hinüber. Aber nehmen wir z. B. 800 und 900 oder 900 und 960, so ist bei nicht zu starkem Anschlag nur bei gespannter Aufmerksamkeit noch etwas von den Schwebungen zu hören; jedenfalls ist die fast unmerkliche Rauhigkeit gar nicht zu vergleichen mit dem schrillen Eindruck, welchen beide Gabeln, vor einunddasselbe Ohr gehalten, erzeugen. Dennoch bilden auch die vertheilten Gabeln zweifellos eine Dissonanz und werden sofort von jedem musikalischen Ohr als solche aufgefasst. Nichts kann deutlicher zeigen, dass die Rauhigkeit nicht das Wesen der Dissonanz ausmacht, welche Bedeutung sie auch als accessorisches Moment haben mag. Nehmen wir vollends Töne, die um eine Septime oder None voneinander abstehen, z. B. e^1 und dis^2, d^2 und es^3, a^1 und b^2, wobei selbst vor einem Ohr nur ganz schwache Obertonschwebungen auftreten, so ist bei vertheilten Gabeln auch mit höchster Aufmerksamkeit keine Spur von Schwebungen mehr zu hören — und doch die ausgesprochenste Dissonanz.[1])

---

[1] Näheres *Tonpsych.* II, 458 und 470. Ich machte diese Beobachtung etwa 1875, und sie war für mich das erste zwingende Motiv, die HELMHOLTZ'sche Lehre aufzugeben. Wie ich später erfuhr, haben TERQUEM und BOUSSINESQ 1875 dieselbe Beobachtung gemacht und veröffentlicht, *Journal de Physique* IV, S. 199 f. Diese Forscher gehen jedoch zu weit, wenn sie ohne Einschränkung den Wegfall der Schwebungen bei vertheilten Gabeln behaupten. Nur unter besonderen Umständen gelingt es, sie ganz zum Wegfall zu bringen. Frühere Beobachter, welche das Verhalten der Schwebungen bei vertheilten Gabeln untersuchten (zuerst DOVE 1839, dann FECHNER, MACH und andere), hoben sogar den Umstand, dass hierbei deutliche Schwebungen zu Stande kommen, viel mehr hervor, als dass sie so viel schwächer werden. Daher kommt es, dass man in diesen Versuchen nicht schon früher einen entscheidenden Einwand gegen HELMHOLTZ fand. Freilich würde im Grunde doch schon die bedeutende Abschwächung genügen, um die Folgerung zu ziehen; denn die Dissonanz wird eben nicht abgeschwächt.

In WUNDT's *Philosophischen Studien* VII, S. 630 findet man die vereinzelte Angabe von SCRIPTURE, dass ihm die Schwebungen zweier Gabeln von etwa 300 Schwingungen bei Vertheilung eher stärker als schwächer erschienen. Die Knochenleitung von Ohr zu Ohr sei hierbei ausgeschlossen, weil man bei Verschluss des einen Ohrs die an das andere Ohr gehaltene Gabel nicht hinüberhöre. Der Verfasser scheint damals nicht gewusst zu haben, dass man einen Schall, der auf beiden Ohren mit erheblich ungleicher Stärke gehört wird, ausschliesslich in das stärker affizirte Ohr zu verlegen pflegt. Vgl. K. L. SCHAEFER in der *Zeitschr. f. Psychol.* IV, 348.

Man kann auch umgekehrt eine Konsonanz, wie die durch die Gabeln von 620 und 775 Schwingungen gebildete grosse Terz, einmal mit vertheilten, das anderemal mit zusammengehaltenen Gabeln prüfen: sie erscheint beidemale in gleicher Weise konsonant, das erstemal aber ohne Schwebungen, das zweitemal mit einer sehr merklichen Rauhigkeit, die trotz der grossen Zahl der Schwebungen das Intervall unter diesen Umständen nach HELMHOLTZ' Definition in eine entschiedene Dissonanz umwandeln müsste.

Es sei noch erwähnt, dass ich auch bei subjektiven Tonempfindungen, wovon ich im Laufe der Jahre viele Hunderte von Fällen an mir beobachtet und notirt habe, oft genug zwischen einem Ton des rechten Ohres, welchen ich daselbst ziemlich konstant vernahm (*fis*^{3}), und einem vorübergehend auftretenden Ton des linken Ohres oder auch einem gleichzeitig auftretenden Ton im rechten Ohre Dissonanz wahrnahm, auch das Intervall sogleich als Sekunde, None u. s. w. erkannte, ohne irgend welche Schwebungen. Auch in einem Falle von sogenanntem Doppelthören, wo nach Durchstechung des einen Trommelfells das kranke Ohr alle Töne der mittleren Region um einen $^3/_4$-Ton tiefer als das andere hörte, empfand ich jeden objektiven Ton aus dieser Region als eine bestimmt charakterisirte Dissonanz, ohne bei grösster Aufmerksamkeit von Schwebungen etwas bemerken zu können (*Tonpsych.* II, 460).

Nicht mit Unrecht hat ferner bereits v. OETTINGEN darauf hingewiesen, dass auch in der blossen Vorstellung die Dissonanz erhalten bleibt, während die Schwebungen getilgt sind. Wenigstens haften diese nicht nothwendig in der Erinnerung, während wir die beiden Töne selbst gar nicht in der Vorstellung reproduziren können, ohne dass ihre Dissonanz mitreproduzirt würde.[1] Physiologen mag dieses Argument zuerst weniger

[1] A. FAIST betont (*Zeitschr. f. Psych.* XV, 131), dass er in der Phantasie die Intervalle innerhalb der kleinen Terz ebenso mit Schwebungen höre wie in der Wahrnehmung, auch nicht fähig sei, ein Intervall beliebig mit langsamen oder schnellen Schwebungen vorzustellen, obgleich er nicht behaupten könne, dass die Schwebungen gerade in der Anzahl auftreten wie in der Wahrnehmung. Andere, die er ausgefragt, behaupteten allerdings, eine kleine Sekunde ohne Schwebungen vorstellen zu können.

Ich habe nun selbst nicht gesagt, dass „die Vorstellung der Schwebungen in die Phantasievorstellung nicht übergehe", sondern nur, dass sie nicht

zwingend erscheinen; aber wenn man bedenkt, dass die blosse Vorstellung von Zusammenklängen bei Musikern einen solchen Grad der Lebhaftigkeit gewinnen kann, dass Komponisten und Partiturenleser im Stande sind, ohne wirkliches Hören die Wirkung der mannigfaltigen harmonischen Kombinationen eines Tonstücks sich vollkommen deutlich zu vergegenwärtigen, und wenn wir weiter bedenken, dass Vorstellungen ebensogut wie Empfindungen ihre physiologische Grundlage haben müssen, so wird man sich der Forderung nicht verschliessen können, dass eine ausreichende Definition der Konsonanz auch auf blosse Vorstellungen Anwendung finden muss, mindestens soweit sie eine derartige sinnliche Lebendigkeit besitzen.

Endlich kommt in Betracht, dass die Schwebungen, auch wo sie vorhanden und merklich sind, an Zahl und Stärke bei einunddemselben Intervall in den weitesten Grenzen variiren. Man braucht nur zu bedenken, dass das nämliche Intervall *d—e*, welches in der eingestrichenen Oktave 33 Schwebungen macht, in der zweigestrichenen 66, in der dreigestrichenen 132 liefert, und dass die Schwebungen bei 33 pro Sekunde nach HELMHOLTZ das Maximum der Rauhigkeit besitzen, bei 132 bereits überhaupt verschwinden. Nie und nimmer kann man vom musikalischen Standpunkt zugeben, dass die kleine Sekunde in der eingestrichenen Oktave einer anderen Dissonanzstufe angehöre als in der zweigestrichenen, und dass sie in der dreigestrichenen zur Konsonanz werde. Die grosse

---

nothwendig übergehe (*Tonpsych.* II, 139). Und dies steht durchaus fest. Man kann sich freilich auch Schwebungen in der Phantasie vorstellen, und wenn man eine Zeit lang viel auf Schwebungen bei kleinen Intervallen geachtet hat, so kann es auch dahin kommen, dass man diese Intervalle zunächst immer mit Schwebungen vorstellt. Aber diese Gewohnheit wird wieder verschwinden, wenn man sein Interesse wieder mehr den Tönen als solchen zuwendet und von den Nebenerscheinungen abwendet, wie dies beim wirklichen Musikhören der Fall ist. Die meisten Menschen wissen überhaupt nichts von Schwebungen, und wenn man sie, ohne ihnen vorher die Erscheinung sinnlich demonstrirt zu haben, fragt, ob sie an zwei Tönen, die sie sich bloss vorstellen, nicht ein eigenthümliches Rollen oder Schwirren wahrnehmen, so werden sie über die Frage nur verwundert sein.

Auch P. ROSTOSKY hätte sich hiernach meine Behauptung wohl erst genauer ansehen sollen, ehe er ein Ausrufungszeichen dahinter setzte (in G. MARTIUS' *Beiträgen zur Psychologie u. Philosophie* I, 2, S. 190).

Terz *c—e* macht in der kleinen Oktave ebenfalls 33 Schwebungen, sie müsste also hier als die ausgesprochenste Dissonanz erscheinen, und weiterhin würde sich bei ihr, wenn wir von da um zwei Oktaven in die Höhe gehen, derselbe Umwandlungsprozess zeigen wie bei der kleinen Sekunde.

Endlich selbst wenn wir in einunddderselben Oktave bleiben, ist die Rauhigkeit des nämlichen Intervalls immer noch je nach der gewählten Klangfarbe verschieden, während sein Konsonanz- oder Dissonanzgrad davon unabhängig ist. Die Beobachtungen an einfachen Tönen, die wir anführten, bilden nur den Grenzfall all der Veränderungen, die von den schärfsten (obertonreichsten) bis zu den mildesten (obertonärmsten) Klangfarben hinführen. Hierbei kann das nämliche Intervall auf der nämlichen Tonstufe alle Rauhigkeitsgrade vom Maximum bis zu Null durchmachen, indem die Obertonschwebungen successive hinwegfallen, — der Dissonanz- oder Konsonanzgrad bleibt unverändert.

HELMHOLTZ führt als einen besonders starken Beweis seiner Lehre den Umstand an, dass die „herbsten und kühnsten Dissonanzen bei einfachen Tönen (gedackter Pfeifen) gleichmässig weich und wohlklingend, eben deshalb auch unbestimmt, langweilig, charakterlos werden“ (S. 337). Er sagt ferner, dass „zwei gedackte Pfeifen, deren Intervall zwischen grosser und kleiner Terz liegt, eine ganz ebenso gute Dissonanz geben als wenn das Intervall genau einer grossen oder genau einer kleinen Terz entspräche“ (S. 332). Auch MACH erwähnt dies einmal als ein „sehr schönes Experiment“. Der Musikprofessor L. A. ZELLNER, ein bewanderter Akustiker, stellte in seinen am Wiener Konservatorium gehaltenen Vorträgen die gleiche Behauptung sowohl für Terzen als für Sexten auf, gestützt auf Versuche an angeblasenen Flaschen, die noch einfachere Töne geben als die gedackten Pfeifen; ja er behauptet, dass wir nicht im Stande seien zu sagen, ob das Intervall zu gross oder zu klein ist.[1]

Dieses letztere ist nun zunächst total unrichtig. Ich kann nicht glauben, dass ZELLNER den Versuch systematisch angestellt hat. Im ersten Moment mag einer durch die ungewohnte Klangfarbe überrascht werden; aber dass das Intervall in Bezug auf die Richtung seiner Verstimmung unerkennbar würde, davon

---

[1] ZELLNER, Vorträge über Akustik 1892, II, S. 53.

kann nicht die Rede sein. Man kann es sogar sehr gut und sehr sicher beurtheilen. Am beweiskräftigsten sind hier nicht einzelne Versuche, deren Ergebniss immerhin Zufall sein könnte, sondern Versuchs r e i h e n. In ausgedehnten Versuchsreihen im Berliner Psychologischen Seminar[1], wobei auf Resonanzkästen stehende Stimmgabeln benutzt wurden, deren Ton an Einfachheit den Flaschentönen gleichkommt, konnte von einem guten Gehör bei grossen Terzen der mittleren Region (480 : 600) mit gleichzeitiger Angabe beider Töne eine Vertiefung von 4 Schwingungen in 82 % der Fälle richtig erkannt werden, und zwar als Verkleinerung, nicht bloss als Verstimmung überhaupt. Das zwischen einer grossen und kleinen Terz in der Mitte liegende Intervall aber würde einer Verstimmung von 12 Schwingungen entsprechen. Eine solche wird nach obigem Ergebniss von geübten Ohren unfehlbar als Verstimmung erkannt. Schwebungen sind bei diesen Versuchen nicht als Anhaltspunkt benutzt worden; sie würden dem Urtheilenden ohnedies auch keine Auskunft darüber geben, ob die Verstimmung in einer Verkleinerung oder Vergrösserung des Intervalls besteht.

Helmholtz stellt nun allerdings seine Behauptung nur auf hinsichtlich des G e f ü h l s w e r t h e s, während er ausdrücklich zugiebt, dass ein geübtes Ohr solche Intervalle immerhin als „fremd und ungewohnt" erkennen würde. Aber er sagt uns nicht, woran das Ohr die Abweichung erkennt, wenn die Schwebungen weggefallen sind. Ausserdem hat die Langweiligkeit und Charakterlosigkeit der Mehrklänge aus einfachen Tönen ihren Grund nicht bloss in den fehlenden Schwebungen, sondern auch und vorzugsweise darin, dass schon einzelne Klänge aus einfachen Tönen b e i l ä n g e r e m H ö r e n zu matt wirken. Auf die Frage: „Was ist langweiliger als eine Flöte?" antwortete bekanntlich Rossini: „Zwei Flöten!" Handelt es sich aber nicht um die Ausführung eines ganzen Stückes, sondern um einen isolirten Akkord, so klingt im Gegentheil ein reingestimmter Dreiklang aus einfachen Tönen ganz entzückend schön und wird auch in Hinsicht des Gefühlswerthes sehr bestimmt von dissonanten oder verstimmten Akkorden unterschieden.

Wir bestreiten im Uebrigen nicht, dass die Schwebungen von Einfluss sind auf die Annehmlichkeit bezw. Unannehmlichkeit

---

[1] S. den Bericht in einem der nächstfolgenden Hefte.

des Zusammenklangs. Man wird dies namentlich bei den schärferen Farben der Zungeninstrumente, wie bei dem Harmonium, welches Helmholtz mit Vorliebe zu seinen Studien benutzte, in mannigfacher Weise bestätigt finden. Derselbe Durakkord ist viel angenehmer in der Höhe als in der grossen Oktave, ja er kann hier geradezu unangenehm werden, indem wir vor dem lauten Schnattern der schwebenden Zungen fast den Eindruck der Töne selbst verlieren. Ebenso ist der Molldreiklang in allen Regionen in dieser Beziehung merklich weniger angenehm als der Durdreiklang. In der Tiefe wird durch den ungleichen Rhythmus der Schwebungen der beiden Tonpaare *C—Es* (13 Schwebungen) und *Es—G* (19 Schwebungen) die Verwirrung vermehrt. Bei hoher Lage entstehen Differenztöne, welche untereinander Stösse geben. Viel andere Unterschiede solcher Art hat Helmholtz auch bei anderen Klangfarben verfolgt.

Solche Einflüsse von Seiten der Schwebungen wollen wir also nicht leugnen. Allein erstlich läuft der Grad der Rauhigkeit nicht schlechthin dem Grade der Unannehmlichkeit parallel: giebt doch, wie Helmholtz selbst bemerkt, eine gewisse Rauhigkeit schon dem einzelnen Klang etwas Markiges, das wir ungern vermissen. Zweitens ist die Annehmlichkeit eines Zusammenklanges ausser von diesem Faktor noch von sehr vielen anderen abhängig, nicht am wenigsten von dem augenblicklichen Zusammenhang. Und selbst wenn die verschiedenen Unannehmlichkeits-Grade durch die verschiedene Betheiligung der Schwebungen ausreichend erklärt werden könnten, so würde, wie Lotze richtig bemerkt hat, das ganz positive Lustgefühl an einem reinen Dreiklang durch den blossen Mangel von Schwebungen noch nicht erklärt sein. Ein Mangel an Schwebungen ist am entschiedensten vorhanden, wenn wir gar nichts hören. Endlich darf man den Grad der Annehmlichkeit überhaupt nicht mit dem Grad der Konsonanz verwechseln. Da wir auf diesen Unterschied nachher (3. Kap.) noch zu sprechen kommen, mag hier nur darauf verwiesen sein.

Selbstverständlich behalten die Schwebungen auch ihre Wichtigkeit als das feinste Mittel, Abweichungen von der Reinheit eines Intervalls zu erkennen, vorausgesetzt, dass Zeit genug gegeben ist, sie zu beobachten; — weshalb sie ebenso wie die Differenztöne und in Verbindung mit ihnen längst vielfach auch

in der musikalischen Praxis zu Abstimmungen benutzt wurden. Auch die Schwebungen der Obertöne dienen demselben Zweck. Aber ein nützliches Hülfsmittel des geschulten Ohres zur Feststellung von Abweichungen braucht darum nicht zugleich das Merkmal zu sein, durch welches das musikalische Ohr überhaupt ein bestimmtes Intervall nach Konsonanz oder Dissonanz unterscheidet.

2. Die Definition durch das Zusammenfallen von Theiltönen.

Das zweite Merkmal der Konsonanz bei Helmholtz, das Zusammenfallen von Theiltönen, welches, wie wir sahen, nur bei aufeinanderfolgenden Tönen wirksam werden kann, versagt auch hier sofort, wenn wir Töne wählen, die entweder überhaupt keine Obertöne oder wenigstens nicht diejenigen besitzen, die zusammenfallen sollen. Gewisse Instrumente, wie die Klarinette, haben nach Helmholtz nur ungeradzahlige Theiltöne. Wenn nun ein solches Instrument den tieferen Ton einer grossen Terz, ein beliebiges anderes Instrument aber den höheren angiebt, so kann der fünfte Theilton des ersten Klanges, da er nicht vorhanden ist, auch nicht mit dem vierten des zweiten Klanges zusammenfallen, wie dies für die grosse Terz erforderlich sein soll. Dennoch trägt das Intervall seinen eigenthümlichen Konsonanzcharakter und wird als grosse Terz erkannt. Hat man Bedenken, ob der fünfte Theilton vollständig genug ausgeschlossen sei, so lässt sich durch Interferenzröhren dafür sorgen. Wir können aber auch Stimmgabeln auf Resonanzkästen wählen, die weder den vierten noch den fünften Theilton besitzen. Ebenso konnte ich es wieder bei subjektiven Tönen vielfach beobachten, die zweifellos völlig einfach sind.

Helmholtz, dem wir die Einführung der Resonanzgabeln in die Akustik verdanken, hat sicherlich selbst bemerkt, dass der Unterschied hier nicht verschwindet. Doch mochte er auch hier wenigstens eine geringere Sicherheit des Urtheils annehmen oder an einen Ausweg denken, den Spätere öfters versucht haben: dass nämlich unser Urtheil über Konsonanz und Dissonanz bei einfachen Tönen auf der Erinnerung an die zusammengesetzten Töne beruhe. c^1—e^1 der Stimmgabeln ruft mir etwa das gesungene c^1—e^1 oder das der Violine ins Gedächtniss,

und nach diesen erkenne ich auch die Stimmgabeltöne als Terzenintervalle und als konsonant.

Aber zunächst die geringere Sicherheit entspricht wieder nicht den Thatsachen. Bei den schon erwähnten Versuchen im Berliner Psychologischen Seminar sind auch vergleichende Reihen in dieser Hinsicht angestellt worden, indem das nämliche Intervall und die nämliche Verstimmung einmal mit nahezu einfachen, ein anderesmal mit obertonreichen Klängen vorgelegt wurden. Es hat sich herausgestellt, dass umgekehrt die Urtheile im letzteren Fall schlechter oder zum mindesten unregelmässiger ausfielen, indem die unvermeidlichen kleinen Verschiedenheiten der Klangfarbe, die auch beim Gebrauch einunddesselben Instruments einzelnen Klängen nothwendig anhaften, das Urtheil über so feine Höhenverschiedenheiten stören. Wie sehr auch der Experimentator die Klangfarbenunterschiede auszugleichen trachtet, ganz gelingt es selten, während sie bei den einfachen Tönen von vornherein beseitigt sind.

Der Ausweg aber, dass das Urtheil über die Konsonanz einfacher Töne auf der Erinnerung an zusammengesetzte beruhe, ist vollkommen illusorisch. Wenn Konsonanz nur durch Obertöne zu Stande kommt und die gegenwärtigen Töne keine Obertöne besitzen, so ist die einzig mögliche Konsequenz, dass sie eben nicht konsoniren; und je genauer der Hörer beobachtet, um so genauer muss er dies erkennen. Die Erinnerung daran, dass zwei andere Klänge von gleichen Grundtönen seinerzeit konsonirten, kann mir die Nichtkonsonanz der gegenwärtigen durch den Kontrast nur stärker zum Bewusstsein bringen. Eine Speise, der das Salz mangelt, wird man niemals bloss der Erinnerung oder Gewöhnung wegen als eine wohlgesalzene bezeichnen, im Gegentheil, je stärker die Gewohnheit und je lebhafter die Erinnerung, um so deutlicher der gegenwärtige Mangel. Oder sollen wir gar auch die fehlenden Obertöne aus der Erinnerung hinzudenken? Ist es schon nicht leicht, Obertöne wahrzunehmen, wenn sie vorhanden sind, so überschreitet es sicherlich die Fähigkeit musikalischer Individuen gewöhnlichen Schlages, sie auch noch, wo sie fehlen, hinzuzudenken, und zwar in hinreichender Schnelligkeit, um dem Urtheil als Grundlage zu dienen, welches in der Regel momentan mit der Erscheinung gegeben ist. Und wie vollends soll man aus der Erinnerung erkennen, ob die gegenwärtige Konsonanz (die nach dieser Lehre

eine blosse Scheinkonsonanz wäre) eine vollkommen reine ist oder um einen so winzigen Bruchtheil von der Reinheit abweicht, wie man ihn noch faktisch erkennt? Die Selbstbeobachtung zeigt auch auf's deutlichste, dass wir in solchen Fällen die gegenwärtigen einfachen Töne ohne derartige Umschweife beurtheilen, und alle Beobachter stimmen ausnahmslos darin überein.[1]

---

[1] E. MACH stellte eine Hülfshypothese auf, die hauptsächlich zur Lösung einer anderen Schwierigkeit bestimmt war, aber auch die eben erwähnte mitbeseitigen sollte (*Beiträge zur Analyse der Empfindungen* 1886, S. 131 f.). Die Hauptfrage ist für MACH, wie man nach HELMHOLTZ schon bei Klängen mit Obertönen ein bestimmtes Intervall als solches erkennen soll. Wenn die grosse Terz einmal auf *c*, ein andresmal auf *f* angegeben wird, so muss etwas Gemeinschaftliches in beiden Fällen sein, das uns beidemale die Tonkombination als grosse Terz erkennen lässt. Nach HELMHOLTZ liegt es in dem Zusammenfallen des 4. Theiltons des höheren mit dem 5. des tieferen Klanges. Aber dieser koinzidirende Theilton, sagt MACH, ist im einen Fall e^2, im anderen a^2. Was ist also den beiden Terzen für unsere Empfindung gemeinschaftlich?

MACH glaubt „Zusatzempfindungen" oder „Zusatzfärbungen" annehmen zu müssen, die dadurch entstehen, dass eine bestimmte Faser der Basilarmembran der Schnecke in Folge der Gesetze der Resonanz nicht bloss auf einen ihrer Eigenschwingung konformen Ton n, sondern auch auf $2n$, $3n$ . . ., sowie auf $n/_2$, $n/_3$ . . . reagirt. Jenachdem sie nun durch n oder durch $2n$, $3n$ etc. in Erregung versetzt wird, ist nach MACH's Vermuthung die Empfindung zwar der Tonhöhe nach dieselbe, aber sonst irgendwie anders „gefärbt".

Für die grosse Terz sind nun charakteristisch die Zusatzempfindungen Z_4 und Z_5, sowie $Z_{\frac{1}{4}}$ und $Z_{\frac{1}{5}}$ (man versteht die Bezeichnungen ohne weitere Erläuterung), und sie müssen hervortreten, auch wenn die bezüglichen Klänge gar keine Obertöne enthalten, werden aber allerdings stärker sein, wenn solche vorhanden sind. Dadurch böte die Hülfshypothese zugleich einen Ausweg für die im Text besprochene Schwierigkeit bei einfachen Tönen.

Aber leider erscheint sie, genauer betrachtet, überhaupt nutzlos.

Da jeder beliebige Ton n nach MACH alle Fasern $2n$, $3n$, . . . $n/_2$, $n/_3$ . . . erregt, so werden durch jeden beliebigen einzelnen Ton auch schon alle Zusatzfärbungen hervorgerufen, und durch die Kombination je zweier beliebiger Töne, einerlei in welchem Intervall sie stehen, müssen auch die Zusatzfärbungen Z_4, Z_5, $Z_{\frac{1}{4}}$, $Z_{\frac{1}{5}}$ neben allen übrigen doppelt (verstärkt) hervorgerufen werden. Das Einzige, was die grosse Terz von anderen Intervallen unterschiede, wäre, dass hier Z_4 und Z_5, sowie $Z_{\frac{1}{4}}$ und $Z_{\frac{1}{5}}$ durch gleichzeitige Reizung einunddderselben individuellen Membranfaser erzeugt werden. Aber dies ist ein rein physischer Umstand, und es wird von MACH in keiner Weise angedeutet, wie er sich in der Empfindung kundgeben sollte. Gerade dies aber wollte MACH zeigen; er be-

Eine weitere Schwierigkeit liegt nun auch bei der Obertondefinition wie bei der Schwebungsdefinition darin, dass die Zusammensetzung der Klänge bei gleichen Grundtönen aufs Mannigfaltigste wechselt, während der Grad der Konsonanz derselbe bleibt. Nach jener Lehre müssten folgerichtig zwei Grundtöne, welche für die Violine noch konsoniren, wie c^1 und es^1, für die Flöte schon dissoniren. Auch auf einem und demselben Instrument sind die Obertöne bei tiefen Klängen stärker, bei hohen schwächer: also sind auch die zusammenfallenden Obertöne dort stärker, hier schwächer, und es müsste die Sexte, ja Septime in der Tiefe denselben Konsonanzgrad haben, den in der Höhe die Oktaven besitzen. Eine stärkere Tongebung, eine veränderte Art des Anblasens, ein Drehen des Kopfes von Seiten des Hörenden, ein Schritt rückwärts oder vorwärts genügt, um wesentliche Verschiebungen in der relativen Stärke der Obertöne zu erzeugen: alle diese Umstände müssten den Konsonanzgrad eines Intervalls verändern. Endlich giebt es doch auch Klänge, und zwar in der Musik vielgebrauchte, in welchen der siebente, neunte, ja elfte und noch höhere disharmonische Theiltöne eine vorzügliche Stärke besitzen (selbst bei guten Flügeln wird man dies beobachten): bei diesen müssten folgerichtig die Septime, None und erhöhte Undezime fast eben so vollkommene Dissonanzen darstellen wie bei anderen Instrumenten die Oktave.

---

tont nachdrücklich, dass ein bloss physisches Verhalten ohne entsprechende Modifikation der Empfindung uns keine Aufklärung giebt.

Seine Hülfshypothese verfehlt also ihren Zweck; abgesehen davon, dass sie ein ganz neues nicht direkt gegebenes Empfindungsmoment einführt, und dass die Resonanzhypothese selbst, auf die sie gebaut ist, nicht wohl mehr zu halten sein wird.

Bei Klängen mit Obertönen würde übrigens die von Mach erwähnte Schwierigkeit für Helmholtz, soviel ich sehe, nicht einmal vorhanden sein. Das wodurch das Terzintervall sich von anderen unterscheidet, ist nach Helmholtz ein bestimmter Grad der durch die Theiltöne gegebenen Aehnlichkeit, den wir wahrnehmen können, auch wenn wir die Theiltöne nicht für sich wahrnehmen, und der in gleicher Weise vorhanden ist, mag der koinzidirende Theilton e^2 oder a^2 sein. Der Aehnlichkeitsgrad ist nur abhängig von der Stärke der koinzidirenden Theiltöne, und diese nimmt (bei einer sozusagen idealen Klangzusammensetzung wenigstens) ab mit ihrer Ordnungszahl.

Die Schwierigkeit würde also, scheint mir, für Helmholtz doch nur bei einfachen Tönen bestehen und fällt dann mit der im Text diskutirten zusammen.

Kurz die Klangfarbe ist bei dem gleichen Intervall äusserst veränderlich, der Konsonanzgrad aber konstant. Beides kann daher nicht aus einunddemselben Prinzip erklärt werden, und gerade die glückliche Erklärung der Klangfarbe, die HELMHOLTZ für alle Zeiten der Akustik errungen hat, macht seine Erklärung der Konsonanz aus demselben Prinzip zur Unmöglichkeit.

Also auch diese zweite Definition ist aufzugeben. Dennoch soll auch hier das thatsächlich Richtige nicht übersehen werden. Bei aufeinander folgenden Klängen wird in der That durch die gemeinschaftlichen Theiltöne, wo sie eben vorhanden und stark genug sind, eine Art von Verwandtschaft hergestellt. Bei der Oktave wenigstens ist dies nicht zu leugnen. Wenn uns der höhere Oktaventon dem tieferen ähnlich zu sein scheint, so ist bei zusammengesetzten Klängen sicherlich der Umstand mit daran Schuld, dass der hohe im tiefen schon als Theil enthalten ist. Als allgemeines Erklärungsprinzip unbrauchbar, ist die Verwandtschaft durch Obertöne doch unter besonderen Umständen und für einzelne Erscheinungen, auf die wir im Zusammenhang der Theorie (6. Kap.) geführt werden, heranzuziehen, und es ist HELMHOLTZ' Verdienst, darauf hingewiesen zu haben.

Zweites Kapitel.

Die Definitionen durch das Unbewusste.

1. Sollen wir nun, da HELMHOLTZ' Lehre aufgegeben werden muss, etwa zu LEIBNIZ und EULER zurückkehrend die unbewusste Wahrnehmung einfacher Schwingungsverhältnisse als Grund der Konsonanz und die Musik selbst als eine „unbewusste Uebung der Seele in der Arithmetik" definiren?

HELMHOLTZ, der EULER's Theorie wegen der Uebereinstimmung ihrer Ergebnisse mit den seinigen rühmend erwähnt, vermisst doch den Nachweis, „wie die Seele eines nicht in der Physik bewanderten Hörers, der sich vielleicht nicht einmal klargemacht hat, dass Töne auf Schwingungen beruhen, es anstellt, um die Verhältnisse der Schwingungszahlen zu erkennen und zu vergleichen" (S. 27, 375 f.). Neuere Philosophen haben

aber bekanntlich in der Annahme unbewusster Erkenntnisse keine Schwierigkeit gefunden, und HELMHOLTZ sprach selbst anderwärts von unbewussten Schlüssen, wenn er auch die Prämissen dieser Schlüsse durch die Erfahrung gegeben sein liess. So erscheint es nicht ganz überflüssig, das Bedenkliche dieser Erklärungsweise im vorliegenden Fall etwas näher auseinanderzusetzen, zumal eine nur wenig modifizirte Form derselben, die wir sogleich (2) erwähnen, auch gegenwärtig noch Freunde findet.

Man sieht zunächst nicht ein, warum das unbewusste Zählen so unterhaltend sein soll. Denn das bewusste pflegt man im allgemeinen nicht zu den höchsten Kunstgenüssen zu rechnen. Am wenigsten sollte man sich davon versprechen, wenn es sich immer nur bis 5 erstreckt, und dieses glaubt LEIBNIZ annehmen zu sollen, da alle primären Konsonanzen durch die Zahlen bis zu 5 gegeben seien (die kleine Terz 5 : 6 und die kleine Sext 5 : 8 lassen sich als Umkehrungen der grossen Sext 3 : 5 und der grossen Terz 4 : 5 fassen).[1]

Man sieht ferner nicht ein, warum die Grenze der Konsonanz gegen die Dissonanz so niedrig liegt und die Uebung in der Arithmetik so langsam fortschreitet, dass man in vielen tausend Jahren höchstens um eine Einheit weitergekommen ist (wenn wir hierbei an die Einführung der Terzen unter die Konsonanzen denken wollen). Dieser geringe Fortschritt muss namentlich bei so grossem Vergnügen an der Sache Wunder nehmen.

Ebenso ist nicht einzusehen, warum ganz schwache Verstimmungen vor Konsonanzen unbemerkt bleiben, während die

---

[1] Man könnte hier einen Widerspruch bei LEIBNIZ finden wollen, insofern doch die Schwingungen selbst, die in diesen kleinen Zahlenverhältnissen stehen, viele Tausende in der Sekunde betragen können, also das unbewusste Zählen doch höher hinaufreichen müsse. Aber man wird eben voraussetzen müssen, dass das Zählen hier nur in den kleinsten Zeittheilen stattfindet, innerhalb deren sich das Schwingungsverhältniss noch zwischen ganzen Schwingungen geltend macht, also z. B. bei der Terz von 4000 : 5000 Schwingungen innerhalb $^1/_{1000}$ Sekunde; denn in diesem Zeitraum kommen immer 4 Schwingungen des tieferen auf 5 des höheren Tones. Hiernach würde sich also auch durch die Untersuchung der höchsten noch als Terzen erkennbaren Töne das Geschwindigkeitsmaximum für das unbewusste Zählen experimentell bestimmen lassen. Jedenfalls würde es in dieser Hinsicht das bewusste Zählen ebenso übertreffen als es in Hinsicht seiner Ausdehnung dahinter zurückstände.

Zahlenverhältnisse hier gerade am komplizirtesten sind; jedenfalls bedarf es hier einer Hülfshypothese.

Ferner sollte man doch erwarten, dass wir auch bei den Schwingungen des Lichtes die Zahlenverhältnisse unbewusst erkennen und an den nämlichen einfachen Verhältnissen die nämliche Freude haben müssten. Aber bei den Farben sind diese Schwingungsverhältnisse, wenn wir sie künstlich herstellen, keineswegs in gleicher Weise ausgezeichnet und merkliche Abweichungen davon uns nicht weniger angenehm als die reinen Verhältnisse selbst, während kleine merkliche Abweichungen bei den Tönen gerade das höchste Missfallen erregen, mehr als die eigentlichen Dissonanzen.[1] Dass man überhaupt erst ausrechnen muss, wo Konsonanzen liegen müssten, beweist schon, dass ein der Konsonanz vergleichbares sinnliches Phänomen hier nicht vorliegt und die sogenannte Farbenharmonie auf ganz anderen Faktoren beruht. Sucht man diesen Unterschied etwa dadurch zu erklären, dass im optischen Nerven aus den Schwingungen eine gleichmässige, einheitliche Erregung entsteht, so müssten wir fragen, woher man denn weiss, dass im akustischen Nervenprozess die Periodizität der Tonschwingungen erhalten bleibt.[2] Das Unbewusste dürfte hier wie dort nur in den peripherischen Sinnesorganen, nicht in dem Nerven selbst Gelegenheit haben, seinem Zählvergnügen zu fröhnen. Aber es mag ja selbst wissen,

---

[1] Prof. F. W. Unger in Göttingen hat (1854) Tafeln herausgegeben, auf welchen die Regenbogenfarben in Kreissektoren aufgetragen waren. Diesen Tafeln waren eine Reihe von schwarzen Scheiben beigefügt, auf welchen je zwei oder drei Sektoren ausgeschnitten waren. Bedeckte man mit einer solchen Scheibe die farbige Tafel, so erhielt man ein Farbenintervall oder einen Farbendreiklang. Ich bin im Besitze dieser Einrichtung, muss aber sagen, dass der sogenannte „übermässige Dreischein“ (der dem übermässigen Dreiklang *c—e—gis* entspricht) nicht unangenehmer ist als der „harte Dreischein“ (der dem Durdreiklang *c—e—g* entspricht).

[2] In der neueren Physiologie wird fast einstimmig das Gegentheil angenommen. Nur Wundt hat den Versuch gemacht, die Existenz zentraler Schwebungen nachzuweisen, welche bei vertheilten Gabeln zu Stande kommen sollen und auf einer Fortpflanzung periodischer Erregungen im Akustikus beruhen müssten. Aber diese Schwebungen vertheilter Gabeln entstehen, wie oben erwähnt, durch die Knochenleitung von Ohr zu Ohr. Einer vereinzelten Angabe aus dritter Hand über Schwebungen bei sogenanntem Doppelthören muss ich auf Grund eigener Beobachtungen aufs Bestimmteste widersprechen (vgl. *Tonpsych.* II, 458 f.).

warum es bei den Farben darauf verzichten muss. Vielleicht wohnt es in der Trommelhöhle, im Augapfel aber nicht, vielleicht gehen ihm auch die Aetherschwingungen zu schnell vorüber.

Wenn wir ein Rechteck von dem Seitenverhältniss 4 : 5 mit einem von dem Verhältniss 4 : 5,2 (= 10 : 13) vergleichen: warum sollte nicht auch hier eine unbewusste Messung und eine Freude am einfacheren, ein Missfallen am komplizirteren Zahlenverhältniss stattfinden? Aber die beiden Rechtecke machen keinen ästhetisch verschiedenen Eindruck.

Unsere ersten Bedenken fallen nun allerdings speziell für Euler hinweg, da er unter den unbewusst erfassten Zahlverhältnissen auch solche wie 1 : 512 anführt und eine bestimmte Grenze der Zählfähigkeit überhaupt nicht statuirt.[1] Aber nirgends besser als in der Musikschrift des grossen Mathematikers zeigt sich, in welches uferlose Meer eine solche Betrachtungsweise führt. Er bildet 10 Klassen von Zusammenklängen, je nach der Einfachheit der Verhältnisse, von welcher die Leichtigkeit der Perzeption und die Wohlgefälligkeit abhängig sein soll. Die Einfachheit des Verhältnisses selbst lässt er im allgemeinen gegeben sein durch die Grösse des gemeinschaftlichen Dividenden der beiden Zahlen.[2] Hiernach führt er z. B. die grosse Dezime erst in der sechsten Klasse ein, dagegen das Verhältniss 1 : 9, die um drei Oktaven erweiterte grosse Sekunde, schon in der fünften, sie wäre also konsonanter als die Dezime! Die grosse Terz erscheint gar erst in der siebenten Klasse und hier gemeinschaftlich mit 1 : 15 (der um drei Oktaven erweiterten grossen Septime), mit 1 : 27 und mit 1 : 36! So kommt er in die schärfsten Konflikte mit den Aussagen des musikalischen Bewusstseins. Man wird dabei an Rousseau's bitteres Wort gemahnt: „Es giebt keine Absurdität, für die bei der Untersuchung der schönen Künste nicht die Physik Veranlassung war". Die Mathematik kann man

---

[1] Tentamen novae theoriae musicae 1739. Euler spricht allerdings nicht von unbewusster Wahrnehmung, aber er gebraucht den Ausdruck percipere im Sinne von Leibniz, auf dessen Philosophie die seinige gebaut ist, und man weiss, dass Perzeption im Gegensatz zu Apperzeption bei Leibniz das unbewusste Wahrnehmen bedeutet.

[2] Hierüber sind schon verschiedene willkürliche Festsetzungen möglich, und Euler selbst bedient sich noch einiger Hülfsprinzipien, die ihm erlauben, z. B. 1 : 3 und 1 : 4 unter dieselbe Klasse und 1 : 15 zwei Klassen tiefer als 1 : 16 zu rechnen.

getrost hinzufügen. Sonst heisst es freilich: nil tam absurdum quod non dixerit philosophus — und ganz unschuldig ist diesmal die Philosophie auch nicht.

Man kann also mit einer solchen Hypothese alles und nichts erklären. Man kann Ergebnisse ableiten, die mit der Erfahrung stimmen, und solche, die mit ihr in schreiendem Widerspruch stehen, je nachdem man eben die Hypothese selbst formt, dehnt und knetet. Und sie lässt sich kneten nach Belieben, da man über die Fähigkeiten des unbewussten Denkapparats annehmen kann, was man will.

2. Aehnliche Bedenken stehen nun auch der Lehre von der unbewussten Wahrnehmung des Schwingungsrhythmus entgegen, in welcher (abgesehen von älteren Autoren, die theilweise bloss die Analogie, theilweise aber auch schon die Identität von Rhythmus und Harmonie betont haben) neuerdings Opelt, G. Engel, Lipps u. A. die Lösung des Räthsels finden.[1]

Diese Lehre unterscheidet sich, so viel ich sehe, von der eben erwähnten dadurch, dass es nicht die abstrakten Zahlenverhältnisse, sondern die periodische Koinzidenz der empfundenen Impulse ist, auf welcher die Befriedigung bei Konsonanzen beruht. Wir können auch zwei Haufen von Aepfeln, die an verschiedenen Orten liegen und keine sonstige Beziehung zu einander haben, abzählen und das Verhältniss der beiden Mengen gleich

---

[1] F. W. Opelt, Allgemeine Theorie der Musik, auf den Rhythmus der Klangwellenpulse gegründet, 1852. G. Engel, Aesthetik der Tonkunst, 1884. Th. Lipps, Psychologische Studien, 1885, S. 92 f.

Vgl. ferner Bindseil, Akustik (1839) und Zamminer, Musik und musikal. Instrumente (1855, S. 116 f.). Auch Jean Paul sagt (Levana, Reclam S. 100): „Die Musik ist .... ein unsichtbarer Tanz, wie dieser eine stumme Musik.“ Aus dem Alterthum z. B. Porphyr's Kommentar zu Ptolemaeus' Harmonik, S. 220 (nach Dionysius).

Moritz Hauptmann (Natur der Harmonik und Metrik, 1853) zieht zwar sehr vielfältige Parallelen zwischen Rhythmus und Harmonie, aber seine Erklärungen über die Grundintervalle, Oktave, Quinte und Terz (S. 22), würden, wenn man sie psychologisch fassen wollte, mehr auf die Theorie des unbewussten Zählens hinauslaufen. Freilich sind sie wesentlich metaphysisch gedacht. Gelegentlich flicht jedoch Hauptmann eine Erklärung ein, welche vollkommen deutlich auf das Merkmal hinweist, das wir selbst unten vertreten wollen. S. 44 sagt er: „Der Charakter des Konsonanten ist das bestimmte Zusammenklingen in der Harmonie, der des Dissonanten das bestimmte Auseinanderklingen.“

4 : 5 finden, ohne davon besonders gerührt zu sein. Nicht also darauf kommt es an — sagt man —, dass zwei Mengen in solchem Zahlenverhältniss stehen und dass wir dies unbewusst erkennen, sondern dass in unserem Ohr die Maxima zweier gleichzeitiger Tonwellen periodisch zusammenfallen und dass wir diese periodische Koinzidenz unbewusst empfinden. Bei der Oktave kommen auf je einen Stoss des tieferen zwei des höheren Tones u. s. w.

Lipps hat der Lehre den bestformulirten Ausdruck gegeben. Aus der Diskontinuität der Tonreize, die sich bei den tiefsten Tönen in der Empfindung merklich mache, folgert er, dass alle Tonempfindungen (bezw. die den bewussten Empfindungen zu Grunde liegenden „seelischen Gebilde") nothwendig diskontinuirlich und von gleichem Rhythmus wie die objektiven Schwingungen seien. Sollen wir nun bei langsameren Rhythmen, deren Schläge wir noch getrennt vernehmen, mehrere Rhythmen zugleich auffassen, so ist uns dies schwerer und weniger angenehm, wenn sie in komplizirten als wenn sie in einfachen Verhältnissen zueinander stehen. Und so muss dies auch bei den schnellen Rhythmen, die wir unbewusst erfassen, zutreffen.

Wie man sieht, liegt hier die Voraussetzung zu Grunde, dass die akustischen Empfindungen nicht durch die Einwirkung der ganzen Tonschwingungen auf den Nerven entstehen, sondern nur durch die Maxima der Schwingungen, d. h. durch die äusserste Elongation, welche das schwingende Theilchen nach der einen Richtung hin erreicht. Mathematisch genau könnte dies nun selbstverständlich nicht gelten, da das Maximum nur einem Moment entspricht, in einem Moment aber eine endliche Wirkung nicht entstehen kann. Doch könnte ein sehr kleiner Bezirk der Schwingung in der Maximalgegend als das Wirksame angesehen werden. Infolge dieser diskontinuirlichen Einwirkung soll nun auch der Prozess im Gehörsnerven selbst ein diskontinuirlicher sein, ebenso oft in der Sekunde unterbrochen als der Ton Schwingungen hat.

Nun ist aber weder jene physikalische Voraussetzung noch diese physiologische Konsequenz eine nothwendige. Wir haben überhaupt, wie schon erwähnt, keinen Grund zu der Annahme, dass der akustische Nervenprozess ein diskontinuirlicher ist. Die Diskontinuität tiefer Töne, auf welche Lipps hinweist, dürfte nicht eine wesentliche Eigenschaft der Töne als solcher, sondern

nur eine je nach der Beschaffenheit der Klangquelle mehr oder weniger hervortretende Begleiterscheinung sein.[1] Hält man freilich z. B. eine tiefste schwingende Stimmgabel, die noch einen Ton von 20 Schwingungen giebt, dicht vor das Ohr (wie man es wegen der Schwäche des Tones thun muss), so entstehen durch die starken Ausschläge der Zinken starke intermittirende Tasteindrücke auf das Trommelfell und ausserdem intermittirende Luftgeräusche, so dass schon dadurch auch der Ton intermittirend erscheint. Aber wenn und soweit es gelingt, durch die Aufmerksamkeit diese einzelnen Erscheinungen zu trennen, erkennen wir den Ton selbst hier als kontinuirlich.

Jedenfalls aber muss bestritten werden, dass die Diskontinuität der Tonempfindungen „von vornherein einleuchtend" sei. Erstlich ist nicht einmal die Luftschwingung etwas Diskontinuirliches, zweitens, wenn sie es wäre, würde auf dem Wege bis zur Empfindung die Diskontinuität sich an vielen Stellen in Kontinuität verwandeln können. Sind nicht die höheren Tonempfindungen nach Lipps selbst kontinuirlich, wenigstens für unser Bewusstsein? Irgendwo innerhalb dieser Kette von Vorgängen, welche die Klangwelle mit unseren Empfindungen verbinden, geht also faktisch hier Diskontinuität in Kontinuität über.

Aber auch die weitere Voraussetzung, dass ein unbewusst empfundener Rhythmus uns angenehm berühren müsse, weil ein bewusst empfundener es thut, hat nichts Ueberzeugendes. Damit ein Rhythmus angenehm wirke, scheint unter anderem ein gewisser mittlerer Grad der Wahrnehmbarkeit erforderlich. Ein allzu aufdringlicher Rhythmus wirkt ebenso ungünstig wie ein nur schwer zu fassender. Bei Gehörsrhythmen kommt schon die absolute Intensität der Eindrücke, aber auch ihr Zeitabstand in Betracht, der nicht zu gross und nicht zu klein sein darf, und noch anderes. Nähert sich ein Rhythmus aus irgend einem Grunde der Unwahrnehmbarkeit so weit, dass er auch bei ausdrücklich darauf gerichteter Aufmerksamkeit nur schwer zu entdecken ist, so hört er auf, uns Vergnügen zu machen; und hieraus wäre für die ganz unbewusst empfundenen Rhythmen, wenn man auf solche überhaupt einen Schluss ziehen will, eher

---

[1] Max Meyer, Ueber die Rauhigkeit tiefer Töne. *Zeitschr. für Psychologie* XIII, S. 75f.

die Folgerung zu ziehen, dass sie uns kalt lassen. Ich würde freilich vorziehen, auf Rhythmusempfindungen dieser Art überhaupt nicht zu schliessen.

Aber legen wir auch in dieser Hinsicht LIPPS' Voraussetzungen einmal zu Grunde. Wie kommt es, dass wir gerade bei den tiefsten Tönen, wo wir den Schwingungsrhythmus noch, wenn auch nur als Begleiterscheinung, wahrnehmen können, die konsonanten Intervalle keineswegs angenehmer finden als dissonante, während gerade bei den höheren Tönen, wo der Schwingungsrhythmus sicherlich nicht mehr wahrgenommen wird, der Unterschied hervortritt? Sollte es wirklich am Rhythmus liegen? — Man mag nun wieder andere Erklärungsgründe suchen, warum gerade der einzige Fall, in dem wir diskontinuirliche Tonempfindungen zu haben glauben, uns bei der Durchführung der Hypothese im Stich lässt. Vielleicht bedarf die unbewusste Empfindung grösserer Geschwindigkeiten, um das Rhythmusgefühl zu erzeugen. Aber misslich ist dieser Ungehorsam der Thatsachen sicherlich.

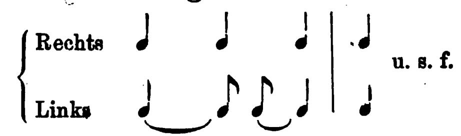
Nehmen wir ferner akustische Rhythmen aus unserer Erfahrung, so ist wohl richtig, dass die Koinzidenz zweier gleichzeitiger Rhythmen, wenn sie in multiplen Verhältnissen 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4 u. s. w. stehen, angenehm empfunden wird. Aber anders steht es schon mit 2 : 3, 4 : 5 u. dergl. Wo in der Musik selbst die Aufgabe gestellt wird, einen $^3/_4$-Takt durch zwei Vierteltöne oder umgekehrt einen $^2/_4$- oder $^4/_4$-Takt durch drei Vierteltöne auszuführen, da ist sie bekanntlich nicht leicht exakt zu lösen und hat zunächst für den Ausführenden wie für den Hörenden etwas Widerstrebendes. Sie gehört zu den rhythmischen Erschwerungen, in denen die neuere Musik zwar einen gewissen Reiz findet, aber doch nur weil und solange sie ausnahmsweise und vorübergehend auftreten. Von diesem Gesichtspunkt aus würde ich also die Konsonanz der Quinten, Quarten, Terzen und Sexten nicht begreifen können, sondern nur die der Oktave, Duodezime, Doppeloktave u. s. w.

Diese Schwierigkeit ist LIPPS nicht entgangen. Er glaubt sie (S. 97) mit Berufung auf das allgemeine Prinzip zu lösen, dass überall nicht die einförmige Wiederholung, sondern die Mannigfaltigkeit, die mit deutlichen Unterschieden deutliche Uebereinstimmungen verbindet, die reichere Befriedigung gewährt. Darum seien die etwas komplizirteren Schwingungs-

-verhältnisse sogar angenehmer als die Oktave. Er führt aus dem Gebiet des bewussten Rhythmus die Erfahrung an, dass bei einer Art des Walzers, die er dem Kundigen nicht näher zu bezeichnen brauche, zwei Tanzschritte auf je drei Taktschläge der Musik fallen, und dass die spielende Ueberwindung dieser Hemmung dem Tanz einen besonderen Reiz gebe.

Ich gehöre nun leider längst nicht mehr zu diesen Kundigen. Vielleicht kommt es daher, dass mir die Quinte auch nicht so hervorragend angenehm ist. Aber die Mönche des neunten Jahrhunderts, die die Quinte als den süssesten aller Zusammenklänge bezeichneten? Sie müssen wohl in unbewussten Tänzen die bewusste Erfahrung gemacht haben.

Es scheint mir aber auch, soweit ein Nichtkundiger hier mitreden darf, zweifelhaft, ob die zwei Tanzschritte sich so gleichmässig auf den $^3/_4$-Takt vertheilen wie die drei Schwingungsmaxima des höheren Tones bei der Quinte auf die zwei des tieferen Tones.[1] Wenn man mit der einen Hand einen $^2/_4$- und gleichzeitig mit der anderen Hand einen $^3/_4$-Takt angiebt, so dass die ersten Takttheile immer zusammenfallen, so wird man, nach meiner Beobachtung wenigstens, das Ganze nicht als eine Verbindung der beiden Taktarten miteinander auffassen, sondern ausschliesslich als einen $^3/_4$-Takt, in welchem aber das zweite Viertel in zwei Achtel zerlegt ist:



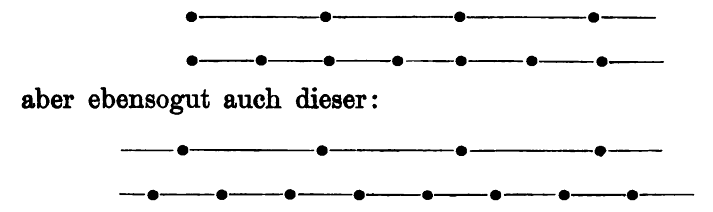
Es scheint daher, dass die Auffassungsfähigkeiten der unbewussten Seele nach Lipps sich hier nicht bloss graduell über die des Bewusstseins bedeutend erheben, sondern sich auch spezifisch von ihnen unterscheiden müssen. Freilich muss man es Lipps überlassen, ob er darin eine Widerlegung erblicken will, da er zwar S. 96 das Prinzip aufstellt: „Was von den im Bewusstsein sich abspielenden Rhythmen gilt, muss auch für die nur unbewusster Weise vorhandenen Geltung haben“, aber doch auf derselben Seite hinzufügt: „Was sich in der Hinsicht (wie einfach die Schwingungsverhältnisse sein müssen, um das Ge-

---

[1] Vgl. auch S. 129, wo Lipps auf die Regelmässigkeit der Vertheilung selbst Gewicht legt.

fühl der Harmonie zu erzeugen) aus der Erfahrung an Taktschlägen und Bewegungen oder Bewegungsvorstellungen ergeben mag, beweist dafür nichts." Das ist eben die vortheilhafte Taktik, welche die Anhänger solcher Erklärungen befolgen können: Wo die Analogie der Bewusstseinserscheinungen einigermassen zutrifft, da gestattet sie einen „zwingenden Schluss" auf das Unbewusste, wo sie aber im Stich lässt, da ist es eben — etwas anderes.

Eine neue Schwierigkeit ergiebt sich, wenn wir in Betracht ziehen, dass eine Koinzidenz der Schwingungsmaxima bei Konsonanzen doch überhaupt nur in dem speziellen Falle stattfindet, wo keine Phasendifferenz vorhanden ist. Nehmen wir an (und dies ist doch die Grundvoraussetzung der ganzen Anschauung), dass jeder der beiden konsonanten Töne für unsere unbewusste Empfindung in einer bestimmten Anzahl gleichmässig aufeinander folgender diskontinuirlicher Theilempfindungen besteht, so kann der Rhythmus bei der Oktave allerdings dieser sein:



aber ebensogut auch dieser:

Die objektiven Phasenunterschiede zweier Klangwellen machen sich allerdings gemäss HELMHOLTZ' Nachweisung und gewöhnlicher Erfahrung für das Ohr nicht geltend. Aber wenn sich nach obiger Lehre die aus den beiden Klangquellen entstehende zusammengesetzte Luftbewegung im Ohr oder im Gehirn wieder so auflöst, dass zwei unabhängig voneinander verlaufende Reihen von Impulsen auftreten, so ist zunächst keine Nothwendigkeit, dass sie hier stets ohne Phasendifferenz verlaufen müssen. Sogar wenn objektiv keine solche vorhanden ist, könnte sie nach dieser Vorstellung von der Sache durch die geringste zufällige Einwirkung im Organ oder Gehirn entstehen.

Solche Phasenverschiebungen müssten nun aber für die unbewusste Erfassung des Rhythmus eine beträchtliche Erschwerung bedeuten und das Vergnügen merklich herabstimmen. Jenen Zweischrittwalzer noch zu tanzen, wenn die drei Taktschläge

der Musik oder gar die drei Schritte der Partnerin nicht einmal auf den ersten Takttheilen mit dem eigenen Schritt zusammenfallen, das macht vielleicht auch noch Vergnügen, aber gewiss nicht des Rhythmus wegen.

Auch bei den kleinen Verstimmungen von Intervallen, wie solche beständig in der Musik vorkommen, theils durch die nothwendigen zufälligen Abweichungen, wenn dieser Ausdruck erlaubt ist, theils in Folge der temperirten Stimmung, ergiebt sich dieselbe Schwierigkeit. Es tritt nämlich hierbei mit jeder Schwingung eine kleine Phasenverschiebung der beiden Töne gegeneinander ein, die von einem Minimum bis zu einem Maximum steigt und dann wieder abnimmt. Die Schwebungen geben uns davon Kunde.

Die Schwierigkeit, die aus diesen kleinen Verstimmungen für seine Theorie erwächst, hat Lipps selbst bemerkt. Er sucht sie einfach mit dem Hinweis auf die Thatsache der Schwelle zu lösen. Es bedürfe eben einer gewissen Grösse der Abweichung, nicht bloss damit Verschiedenes als solches erkannt werde, sondern auch damit es verschieden wirke; und so mache sich auch eine geringe Abweichung von dem einfachen Verhältniss der Rhythmen für das Gefühl nicht geltend.

Durch diese Antwort könnte man vielleicht die Euler'sche Fassung der Lehre mit der Thatsache versöhnen, die ihr bereits von Helmholtz entgegengehalten wurde, dass die kleinen, noch unbemerkten Abweichungen gerade die komplizirtesten Zahlenverhältnisse ergeben. Aber ich sehe nicht, wie die Rhythmuslehre damit fertig werden könnte; denn es ist hier ein grosser Unterschied zwischen beiden Fassungen. Wenn die beiden Töne z. B. 400 und 601 sind (unmerklich erhöhte Quinte), so kommen doch auf zwei Schwingungen des einen Tones immer nur um 0,0025 mehr als drei des anderen Tones, was von dem unbewussten Zählmechanismus Euler's wohl ignorirt werden könnte. Die Phasenverschiebung bei kleinen Verstimmungen macht sich in Hinsicht des Verhältnisses der Schwingungszahlen in kleinsten Zeitabschnitten in der That so gut wie nicht geltend. Dagegen macht sie sich fortwährend geltend in Hinsicht des Rhythmus. Mit jeder Schwingung wächst der Unterschied, führt schnell zu einem völligen Durcheinander der beiden Rhythmen, dann wieder zum Zusammenfallen u. s. w. (wie wir es beim Ticken zweier Taschenuhren beobachten). Das Zahlen-

verhältniss besitzt eine konstant bleibende, sehr geringe Differenz von den genauen Werthen 2 : 3, die Rhythmen aber nehmen sukzessiv alle möglichen Differenzen an, von den kleinsten bis zu den grössten. Die scheinbar plausiblere Form der Lehre steht also den Thatsachen noch hülfloser gegenüber.

Zum Schluss dieser Polemik unterlasse ich nicht zu versichern, dass ich „unbewusste“ psychische Zustände keineswegs in jedem Sinne des Wortes unannehmbar finde und eine solche allgemeine These, gegen die ich auch früher niemals gestritten, hier ganz ausser Spiel lasse. Um so nachdrücklicher aber musste betont werden, dass mit unbewussten Empfindungen und Auffassungen in dieser Form und in unserm Falle nicht geholfen ist. Im Uebrigen ist es wohl auch eine methodische Regel, dass der Rekurs auf Unwahrnehmbares hinwegfällt, sobald wir ein Wahrnehmbares als genügenden Erklärungsgrund aufzeigen können, wie wir es unten versuchen werden. Doch glaubte ich der Autorität der Forscher, welche jene Erklärungsweise vertreten, und dem ehrwürdigen Alter der Rhythmustheorie eine solche Auseinandersetzung schuldig zu sein.

Was aber die einfachen Zahlenverhältnisse betrifft, deren auffallendes Zusammentreffen mit den Konsonanzerscheinungen immer wieder zu ähnlichen Vorstellungen hinführt, so ist wohl kein Zweifel, dass hier ein Zusammenhang besteht, und nicht bloss eine zufällige Begegnung zweier Thatsachen. Aber der Zusammenhang kann sehr verschiedener Art sein, er kann direkter aber auch weniger direkt sein, als er hier gefasst wird.

Drittes Kapitel.

Die Definitionen durch das Annehmlichkeitsgefühl.

Man kann von allen bisher untersuchten Definitionen sagen, dass sie die Dissonanz durch das Gefühl definiren, insofern sie die Schwebungen, die Verwandtschaft oder die unbewusst erfassten Schwingungsverhältnisse eben darum heranziehen, um den Unterschied in der Annehmlichkeit gewisser Tonkombinationen gegenüber anderen dadurch zu erklären. Immerhin liesse sich

in allen diesen Fällen der Gefühlsunterschied auch als eine blosse Folge, nicht als das Wesensmerkmal der Konsonanz selbst ansehen, welches letztere vielmehr in den schwachen oder fehlenden Schwebungen selbst, in der starken Verwandtschaft, in der Einfachheit der empfundenen Schwingungsverhältnisse oder Rhythmen, also in gewissen Merkmalen der Sinnesempfindungen als solcher läge.

Dagegen giebt es andere Definitionen, welche direkt und ausschliesslich Gefühlsmerkmale anführen, sei es nun, dass sie den Gefühlsunterschied als einen ganz unerklärlichen betrachten, oder dass sie ihn als Produkt einer historischen Entwickelung, aber nicht als Folge bestimmter psychologischer oder physiologischer Bedingungen zu verstehen behaupten.

Die Lehrbücher der Harmonie begnügen sich seit langer Zeit vielfach damit, Konsonanz als a n g e n e h m e, Dissonanz als u n a n g e n e h m e Tonverbindung zu definiren, ohne sich weiter um den Grund zu kümmern.

Dies ist nun ein offenbarer Missgriff, und die darin liegende Seichtigkeit nicht genug zu tadeln. Nichts ist variabler als der Gefühlseindruck. Es kann eine Konsonanz abstossend und eine Dissonanz süss und entzückend sein, je nach dem Zusammenhang. Sagt man, in solchen Fällen liege ein höheres ästhetisches, nicht rein sinnliches Gefühl vor, so ist sehr fraglich, ob die Annehmlichkeit und Unannehmlichkeit der Intervalle im isolirten Zustand nicht auch schon durch andere als rein sinnliche Faktoren mitbedingt ist, und ob sich die Nachwirkung des Zusammenhangs in unserm musikalischen Bewusstsein ganz abtrennen lässt, auch wenn wir Intervalle augenblicklich isolirt vernehmen.

Hierzu kommt, dass die isolirten Intervalle ihren Gefühlswerth seit dem Alterthum wesentlich verändert haben. Bei den Alten finden wir die Oktave als angenehmste und schönste Konsonanz bezeichnet.[1] Im Mittelalter wurde eine Zeit lang die Quinte als schönster Zusammenklang gepriesen. Gegenwärtig werden wir geneigt sein, die Terz als das süsseste, wohllautendste Intervall zu bezeichnen, während früher von einer solchen Eigenschaft bei den Terzen nichts verlautete. Noch vor wenigen Jahrhunderten waren Terzenschlüsse verpönt, auch dann noch, als man die Terz bereits unter die Konsonanzen aufgenommen

---

[1] Vgl. beispielweise die pseudo-aristotelischen Probleme, Sectio XIX Probl. 35.

hatte. Es scheint also eine Verschiebung des Lustgefühls von der vollkommensten Konsonanz gegen die unvollkommenen hin stattzufinden. Aber eine Verschiebung der Konsonanzverhältnisse selbst findet nicht Statt; denn wir erkennen heute noch wie die Alten die Oktave als vollkommenste Konsonanz an, die Quinte als zweitvollkommenste, die Terz als „unvollkommene“. Also fällt Konsonanz nicht mit Annehmlichkeit zusammen.

In einer besonderen Form wird das Gefühlsmerkmal in neuerer Zeit öfters vertreten. Es sei das Auflösungsbedürfniss, sagt man, welches Dissonanz von Konsonanz scheide.

Auch diese Fassung kann nicht als Definition gelten. Abgesehen davon dass man natürlich fragen muss, warum das eine Intervall Auflösung verlangt, das andere aber nicht, und dass auch eine tiefere historische Untersuchung sich nicht damit begnügen wird, die thatsächliche Entwickelung zu schildern, sondern die Gründe dieser Entwickelung in der Natur der bezüglichen Tonempfindungen suchen wird, muss man doch jedenfalls verlangen, dass dasselbe Merkmal, das Konsonanz und Dissonanz scheidet, auch die einzelnen Grade der Konsonanz bestimme. Nun aber kann man Terzen ebensowohl wie Quinten oder Oktaven hören, ohne eine Auflösung zu verlangen. Es giebt zwischen diesen drei Intervallen keine Gradunterschiede in Hinsicht des Auflösungsbedürfnisses.

Etwas anders verhält es sich allerdings mit der Quarte, wenn sie isolirt gehört wird; und, wie mir scheint, trägt gerade der Umstand, dass man das Auflösungsbedürfniss als das definirende oder wenigstens als ein charakteristisches Merkmal der Konsonanz ansah, eine Hauptschuld an dem Jahrhunderte langen Streit über die Konsonanz der Quarte. Wenn wir den isolirten Zusammenklang *c—f* hören, so klingt für unsere musikalischen Gewohnheiten *f* leicht wie ein Vorhalt vor *e*. Der Dreiklang in erster Lage und die ihn konstituirenden Intervalle sind es nun einmal, auf die wir alles andere beziehen. Wir können nun freilich *c—f* auch auffassen als obersten Bestandtheil eines Vierklanges *F—A—c—f*, und dann fällt das Auflösungsbedürfniss hinweg. Aber diese Auffassung muss erst künstlich hervorgerufen werden, die andere scheint näher zu liegen. Daher bleibt an der Quarte, von diesem Standpunkt aus betrachtet, etwas Dissonirendes haften.

Der Zweiklang *e—gis*, auf dem Klavier gespielt, klingt uns

angenehm, weil wir *e* als Grundton, *gis* als Durterz fassen. Er klingt uns aber unangenehm, sobald wir *gis* als *as* fassen, womit es ja auf dem Klavier zusammenfällt. Unser Gefühl verlangt dann dringend eine Auflösung. Dass aber einunddieselbe Tonkombination sowohl entschieden konsonant als entschieden dissonant sei, je nach der daran geknüpften Vorstellung, widerstreitet allem, was seit alter Zeit hierüber feststeht. Die Grundintervalle müssen ihren Konsonanzcharakter in und durch sich selbst haben, sonst schwebt alles in der Luft. Also kann die Konsonanz nicht durch den Mangel eines Auflösungsbedürfnisses definirt werden.

Ueberdies ist das Auflösungsbedürfniss historisch viel später entstanden als die Unterscheidung von Konsonanz und Dissonanz und setzt offenbar die Entwickelung eines bestimmten Tonsystems, einer Auswahl fester Tonstufen, in welche die Auflösung erfolgen soll, bereits voraus. Es ist zwar anzunehmen, dass schon die griechische Musik in allen Fällen, wo die Instrumentalbegleitung von der Melodie abwich (bei der „heterophonen Krusis"), eine Melodie doch mit einem konsonanten Mehrklang, Oktave oder Quinte, niemals aber mit einem dissonanten schloss, und dass auch bei anderen Völkern, soweit sich Anfänge von Mehrklängen finden, einigermassen (wenn auch mit Ausnahmen) dieser Zug wahrnehmbar sein wird. Aber was wir Auflösung nennen und als solche empfinden, ist nicht die Vertauschung dissonanter mit konsonanten Intervallen überhaupt, sondern der Uebergang bestimmter Töne eines dissonanten Intervalls in bestimmte Töne eines konsonanten. Eine regelwidrige Auflösung, z. B. *f—h* in *c—g* oder in *c—e* (wenn wir auch nur innerhalb der Tonart verbleiben), beleidigt uns mehr als eine ungelöste Dissonanz, zu der wir schliesslich die Auflösung doch in Gedanken ergänzen können. Von Auflösung in diesem Sinne aber, also von Regeln der Stimmführung, ist im Alterthum keine Rede, und sie konnte nicht in Frage kommen, bevor nicht die Polyphonie zu solchen Gesetzen drängte.

Schliesslich steht allen Gefühlsdefinitionen doch auch entgegen, dass wir bei aufeinanderfolgenden Tönen ebenfalls von konsonanten und dissonanten Intervallen sprechen, und dass sich hier die Gefühlsmerkmale stark verändern. Man kann freilich sagen, wir stellen uns zwei aufeinanderfolgende Töne, um ihre Konsonanz zu erkennen, als gleichzeitige vor, aber da

an die Succession der Töne als solche doch nicht minder lebhafte Gefühle geknüpft sind als an die Gleichzeitigkeit, sollte man doch meinen, es läge näher, die Konsonanz aufeinanderfolgender Töne nach dem Gefühlseindruck bei der Aufeinanderfolge zu bestimmen. Nun ist bei einer kleinen Sekunde aufeinanderfolgender Töne von Unannehmlichkeit nichts zu bemerken, der Eindruck vielmehr so befriedigend, als er nur immer von zwei aufeinanderfolgenden Tönen hervorgerufen werden kann.[1] Anders ist es allerdings beim Tritonus oder der Septime. Immerhin würde das Gefühlsmerkmal hier seltsame Verschiebungen ergeben, wenn auch nur die Sekunde zu den Konsonanzen käme.

Aus allen diesen Erwägungen geht hervor, dass das primäre Kriterium der Konsonanz nicht in den Gefühlswerthen der Intervalle gesucht werden kann. Dass und wie gleichwohl diese Gefühlswerthe beitragen, die Unterschiede, nachdem sie einmal begründet sind, zu verschärfen, werden wir unten (7. Kap.) auseinandersetzen und damit auch dieser so weit verbreiteten Definition ihr Recht widerfahren lassen.

Viertes Kapitel.

Definition durch die Verschmelzungsstufen.

Wir wollen hier vorläufig die Kritik beschliessen und mit der positiven Darlegung beginnen.[2]

Wir sind bereits gewissermassen durch Exklusion auf das Prinzip hingeführt, das wir nun vortragen wollen. Kann der Unterschied konsonanter und dissonanter Töne weder in unbewussten Funktionen noch in den Gefühlen liegen, so wird man ihn in den Tonempfindungen als solchen zu suchen haben, wo ihn denn auch Helmholtz suchte. Da er nun aber nicht in den begleitenden Obertönen und nicht in den Schwebungen liegen

---

[1] Schon Plutarch bezeichnete diese kleinen Intervalle als emmelische, d. h. zur Melodie geeignete, und stellte sie in Hinsicht der Annehmlichkeit in der Aufeinanderfolge den Konsonanzen gleich.

[2] Ueber neuere Darstellungen, nach welchen eigentlich nicht zwei Töne, sondern erst drei konsonant oder dissonant gegeneinander genannt würden (v. Oettingen, H. Riemann), siehe im 8. Kap.

kann, so muss er eben in den beiden Tönen selbst liegen, welche wir konsonant oder dissonant nennen. Es ist, soviel ich sehe, nur Ein Merkmal, das sich hier darbietet: die Verschmelzung gleichzeitiger Töne.

Der Zusammenklang zweier Töne nähert sich bald mehr, bald weniger dem Eindruck Eines Tones, und es zeigt sich, dass dies um so mehr der Fall ist, je konsonanter das Intervall ist. Auch dann, wenn wir die Töne als zwei erkennen und auseinanderhalten, bilden sie doch ein Ganzes in der Empfindung, und dieses Ganze erscheint uns bald mehr, bald weniger einheitlich. Wir finden diese Eigenschaft bei einfachen Tönen ebenso wie bei Klängen mit Obertönen. Dass die Oktave dem wirklichen Unisono ähnlich klingt, auch wenn wir deutlich zwei Töne darin unterscheiden können, ist allezeit anerkannt worden, obschon es nichts weniger als selbstverständlich, sondern eine höchst merkwürdige Thatsache ist. Dieselbe Eigenschaft kehrt aber in abgeschwächter Weise auch bei Quinten und Quarten, ja bei Terzen und Sexten wieder.

Das ist der Stein, den die Bauleute verworfen haben, den wir zum Eckstein machen.[1]

Die Thatsache ist durch die übereinstimmende Beobachtung solcher, die musikalisches Gehör und zugleich psychologische Beobachtungsfähigkeit besitzen, nunmehr wohl ausser Zweifel gestellt[2], wie sie denn auch in früheren Zeiten den Theoretikern keineswegs gänzlich unbekannt war. Um sie noch auf einem indirekten Wege zu kontrolliren, hatte ich versucht, die Ver-

---

[1] Ich muss in diesem und dem folgenden Abschnitt des Zusammenhangs halber Verschiedenes einflechten, das man bereits in meiner Tonpsychologie findet. Dort handelte es sich zunächst um die Feststellung der Verschmelzungserscheinungen, unabhängig vom Problem der Konsonanz, obschon ich natürlich bereits mit Rücksicht auf dieses so ausführlich darauf eingegangen bin. Dass die Konsonanz durch die Verschmelzung zu definiren sei, ist mir zuerst 1880 am Klavier klar geworden, als ich immer wieder den Eindruck der verschiedenen Intervalle untereinander verglich, in der Ueberzeugung, dass irgend ein Moment der Empfindung sie in Hinsicht der Konsonanz und Dissonanz unterscheiden müsse. Ausgesprochen habe ich es zuerst 1883, dann 1886 und 1890.

[2] Vgl. meinen Aufsatz „Neueres über Tonverschmelzung", *Zeitschr. f. Psychol.* XV, S. 280f. Der Aufsatz wird auch im 2. Hefte gegenwärtiger Sammlung erscheinen.

schmelzungsstufen durch längere systematische Versuchsreihen an einer grösseren Anzahl von Personen in folgender Weise zu bestätigen. Wenn zwei Töne zugleich angegeben werden, werden sie unter Umständen für einen gehalten, und die Zahl dieser falschen Urtheile wird mit wachsender Verschmelzung des Intervalls zunehmen, die Zahl der richtigen Urtheile, in welchen die Töne als zwei erkannt werden, entsprechend abnehmen. Hierzu sind aber musikalische Personen nicht zu brauchen, weil sie höchstens bei Oktaven hie und da, bei anderen Intervallen so gut wie niemals falsche Urtheile liefern. Ich wählte daher Unmusikalische von übrigens möglichst gleichem Grade der Amusie.

Aus den früher ausführlich mitgetheilten Ergebnissen mögen hier nur folgende Tabellen zusammengestellt werden, die jedesmal von einer anderen Gruppe von Personen herrühren:

Octave	Quinte	Quarte	gr. Terz	Tritonus	gr. Sekunde
76	22	—	5	—	0
76	62	36	30	15	9
—	56	40	28	23	—

Dies sind die Prozentzahlen der falschen Urtheile. Es wurden also z. B. Oktaven unter 100 Fällen 76 mal für Einen Ton erklärt. Man sieht, wie die Einheitsurtheile abnehmen mit abnehmendem Konsonanzgrade. Man kann auch, wenn man darauf Gewicht legt, eine Kurve hiernach konstruiren, ähnlich der Dissonanzkurve von HELMHOLTZ.[1]

Wenn es auch paradox klingt, dass die Grundlage der Musik an Unmusikalischen aufgezeigt werden soll, so ist der Zusammenhang bei näherer Ueberlegung doch durchsichtig genug: dieselbe Eigenschaft der Zusammenklänge, welche für den Musiker, indem er sie w a h r n i m m t, den Konsonanzunterschied ausmacht, dieselbe bedingt, o h n e für sich wahrgenommen zu werden, die Unterschiede in den Prozentzahlen der falschen Urtheile über die Anzahl der gleichzeitig gehörten Töne.

Neuerdings wurden diese Versuche von A. FAIST in Graz

---

[1] Die Tabellen finden sich *Tonpsych.* II, 145, 148, 168. Die letzte ist die auf S. 167 f. mit β bezeichnete, welche aus dem dort angegebenen Grunde als die zuverlässigste gelten darf. Die Konsonanzkurve daselbst S. 176.

wiederholt und führten zu dem gleichen Ergebniss. Ich setze wieder die Prozentzahlen der falschen Urtheile hierher:[1]

Octave	Quinte	Quarte	gr. Terz	Tritonus	gr. Sekunde
71	41	23	18	19	7

Nur steht hier der Tritonus der grossen Terz so gut wie gleich, was wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, dass er mit dem Verhältniss 5 : 7 nahezu zusammenfällt und dass dieses in der That eine stärkere Verschmelzung besitzt als die eigentlichen sogenannten Dissonanzen.[2]

Man hat ausser bei Unmusikalischen auch bei Kindern Gelegenheit, den Eindruck der Intervalle hinsichtlich der Einheit oder Mehrheit von Tönen zu studiren, und es zeigt sich hier wie in anderen Fällen von Nutzen, auch das unentwickelte Bewusstsein heranzuziehen. Eine kleine Statistik ergab das Eigenthümliche, dass Kinder zwischen 5 und 11 Jahren, die noch keinen Musikunterricht genossen hatten, zwei gleichzeitige Töne nicht bloss als einen oder zwei, sondern auch vielfach als drei, vier oder fünf Töne zu hören vermeinten. Aber es zeigte sich nun wieder mit grosser Regelmässigkeit, dass die Anzahl der angeblich gehörten Töne mit abnehmender Verschmelzung zunahm. Es wird eben eine deutlichere Mehrheit für eine grössere Mehrheit gehalten.[3] Die folgenden Zahlen bedeuten die Summe der Töne, welche bei einem Intervall in einer Versuchsreihe gehört wurden, alle Fälle dieses Intervalls zusammengerechnet:[4]

Octave	Quinte	gr. Terz	Tritonus	gr. Sekunde	
21	32	50	—	—	in je 20 Fällen
25	31	41	43	49	„ „ 16 „
26	33	34	43	51	„ „ 16 „
16	37	40	48	61	„ „ 16 „
76	84	99	103	117	„ „ 40 „

[1] Nach *Zeitschr. f. Psych.* XV, S. 121, wo die sämmtlichen Versuchsreihen zusammengerechnet sind, so dass auf jedes Intervall im Ganzen 768 Urtheile entfallen.

[2] Siehe die oben erwähnte Abhandlung „Neueres über Tonverschmelzung" S. 284 f. Im Abdruck S. 5 f.

[3] Aehnliches auch gelegentlich bei FAIST's Versuchspersonen, *Zeitschr. f. Psych.* XV, S. 113.

[4] Die Uebersicht ist aus den einzelnen Tabellen, *Tonpsych.* II, 371, 375, 377, 378, 381 zusammengestellt.

Hier mag man nun wiederum paradox finden, dass Individuen, die zu wissenschaftlicher Beobachtung ganz unfähig sind, als Zeugen angerufen werden sollen. Aber wir rufen sie nicht als Zeugen vermöge ihrer eigenen wissenschaftlichen Beobachtung sondern insofern sie Gegenstände unserer Beobachtung bilden. Wie man die psychische Entwickelung sogar von Säuglingen aus ihren Bewegungen und sonstigen Aeusserungen zu erschliessen sucht, so registriren wir hier Aussagen, um die darin vorfindlichen Regelmässigkeiten zu Schlüssen zu benutzen. Für Naturforscher mag dies Vorgehen auch so betrachtet immer noch etwas Widerstrebendes haben: sie können mit ihrem todten und lebendigen Material ganz anders schalten und die Umstände viel genauer fixiren als es bei psychologischen Versuchen und vollends an Kindern möglich ist. Ich erkenne dies wohl an und bin weit entfernt, den Ergebnissen allzuviel Gewicht beizumessen. Immerhin sind die gefundenen Regelmässigkeiten gerade hier, wo man sie am wenigsten erwarten mochte, grösser und auffallender als die, mit denen man sonst bei psychologischen Versuchen zufrieden sein muss. Man wird schwerlich umhin können, daraus auf irgendwelche konstante Ursachen zu schliessen; zumal da vielfach auch schon bei den einzelnen Individuen, deren Aussagen hier summirt sind, die gleiche Regelmässigkeit auftrat. Natürlich ist die Erklärung durch die Verschmelzungsgrade auch nicht von vornherein die einzig mögliche. Vielleicht findet Jemand eine andere; vorläufig liegt sie am nächsten. Zieht man aber vor, in allem nur ein Spiel des Zufalls zu finden, so kann man auch daran Niemand verhindern; am einfachsten bleibt dies immer.

Uebrigens stehen mit der Verschmelzung, wie ich ausführlich gezeigt habe, eine Fülle von Thatsachen des gleichzeitigen Hörens in Zusammenhang[1], beispielsweise die von Theoretikern so heftig angegriffene Anwendung von Mixturregistern in den Orgeln, ferner die Erfahrung, dass in einem Einzelklang der zweite Theilton, obgleich er besonders stark ist, am schwersten, dagegen der siebente und neunte besonders leicht herausgehört werden können, ein Faktum, das sich fortwährend aufdrängt und auf keine andere Weise zu erklären ist.

[1] S. die im II. Bd. der *Tonpsych.* S. 581 unter „Verschmelzung c)“ angeführten Stellen, wozu noch S. 225 und 227 zu fügen.

Noch mögen folgende Beobachtungen erwähnt sein, die sich kürzlich mir und einem Mitbeobachter (Giering) aufdrängten, als es galt, die gegenseitige Beeinflussung zweier gleichzeitiger Töne hinsichtlich ihrer Stärke zu untersuchen. Es ist bei der Quinte viel schwerer, die Stärken des einen und anderen Tons gegeneinander abzuschätzen, als bei der Septime, und am schwersten ist es bei der Oktave. Man hat den Eindruck, als ob die Intensitäten der beiden Töne bei den stark konsonirenden Intervallen ineinander überflössen, während man bei der Septime, wo die Töne vollkommen auseinandertreten, auch ihr Stärkeverhältniss leichter und genauer beurtheilen kann (es wurde die „natürliche" Septime 4 : 7 angewandt, bei der gewöhnlichen kleinen oder grossen Septime wäre der Gegensatz wohl noch stärker hervorgetreten). Ferner scheint bei Oktave und Quinte der Gesammtklang stärker zu sein oder zum mindesten voller als bei der Septime. Es entsteht dort eben überhaupt mehr ein Gasammtklang als bei der Septime; man kann dort eher zugeben, dass eine Summirung der Intensitäten stattfinde (wenn dies auch immer nicht in gleichem Sinne wie beim Unisono geschieht), während bei der Septime, wo der Zusammenklang sich mehr einem blossen Aggregat, einem Nebeneinander indifferenter Theile nähert, die ihre Kräfte nicht zusammenschiessen, das Ganze als solches dünner, dürftiger erscheint. Es ist eben nicht ein Ganzes in gleichvollkommener Weise. Im einen Fall gleichsam ein Bundesstaat, im anderen Fall ein Staatenbund: der Bundesstaat ist kräftiger.

Hieraus sind auch wohl die Ergebnisse einer weiteren Versuchsreihe zu erklären, über welche, wie über die ebenerwähnte, Dr. M. Meyer in späteren Heften berichten wird. Er hatte einem Beobachter die Aufgabe gestellt, Intervalle zu erkennen oder wenigstens zu sagen, ob Zweiklang oder Einklang vorliege, wobei die Dauer des Eindrucks ausserordentlich verkürzt wurde. Dazu wurde natürlich ein gut musikalischer Beobachter gewählt. Ich hatte früher die Vermuthung ausgesprochen (*Tonpsych.* II, 335), dass auf diesem Wege sich vielleicht die Verschmelzungsstufen gleichfalls experimentell prüfen liessen, indem ich dachte, dass man bei Oktaven öfter irren, bez. einer längeren Klangdauer bedürfen würde, um ein richtiges Urtheil abzugeben. Das Ergebniss war nun seltsamer Weise im Ganzen gerade das umgekehrte. Aber der Beobachter selbst gab zu, dass er in der

äusserst kurzen Zeit (etwa $^1/_4$ Sekunde) zu einem direkten Urtheil über den Fragepunkt gar nicht gekommen sondern durch eine gewisse Fülle des Eindrucks zu der Aussage „zwei Töne" bestimmt worden sei. Es lag also nicht eine Wahrnehmung über Einheit oder Mehrheit der Töne vor, sondern ein Schluss-Verfahren, und dieses gründete sich auf ein Merkmal, das zwar eine Folge der Verschmelzung ist, aber unter den angegebenen Umständen zu Fehlschlüssen führen musste. So kann man indirekt auch dieses Ergebniss als Bestätigung ansehen. Doch bedürfte es wohl noch weiterer Kontrolle.

Mag man nun auch immer noch experimentelle Prüfungen nach verschiedenen Methoden für wünschenswerth halten und mag der eine diesem, der andere jenem Argument den Vorzug geben: dass die Grundthatsachen, wie wir sie oben ausgesprochen, im allgemeinen zutreffen, scheint, unter den Psychologen wenigstens, jetzt anerkannt. Und so dürfen wir weitergehen: wie verhalten sie sich zur Konsonanz?

An sich betrachtet, könnten sie zwar blosse Begleit- oder blosse Folgeerscheinungen der Konsonanzunterschiede sein und sich dazu verhalten etwa wie die Seife zur Civilisation. Wenn ich sie geradezu für das Wesen der Konsonanzunterschiede selbst, für ihr definirendes Merkmal ansehe, so geschieht es schon darum, weil kein anderes sinnenfälliges Merkmal zur Definition sich finden will, und weil die wichtigsten und allgemeinsten Thatsachen der Musik aus dieser Definition abgeleitet werden können. Dies letztere werden wir weiter unten (6. und 7. Kap.) zu zeigen versuchen und dann auch die Definition selbst in diesem Zusammenhang noch genauer formuliren.

Als eine wesentliche und erwünschte Bestätigung für die Uebereinstimmung der Definition mit dem musikalischen Bewusstsein darf es aber auch angesehen werden, dass nicht bloss die Ausdrücke Konsonanz (συμφωνία = Zusammenklingen) und Dissonanz (διαφωνία = Auseinanderklingen) augenscheinlich auf Grund dieses Merkmals gebildet sind, sondern dass auch bereits die alten griechischen Schriftsteller, von denen wir zahlreiche Aeusserungen zur Konsonanztheorie besitzen, ausdrücklich dieses Merkmal als das wesentliche hervorhoben. Von den Pythagoreern bis zur spätesten Zeit des Alterthums finden wir immer klarer und immer einstimmiger die κρᾶσις gleichzeitiger Töne als das Charakteristische der „Symphonie" angegeben. Ich will

aus der Gesammtmasse der Aeusserungen, die ich anderwärts zusammengestellt und besprochen habe[1], nur die eine Definition des Mathematikers NIKOMACHUS anführen: „Symphon sind die Intervalle, wenn ihre ungleich hohen Grenztöne zusammen anschlagen oder sonstwie (zusammen) ertönend so miteinander verschmelzen, dass der aus ihnen entstehende Klang einartig und wie ein einziger wird —, diaphon dagegen, wenn der aus beiden entstehende Klang als ein gewissermassen zerschnittener und unverschmolzener gehört wird." Klarer und schärfer können wir auch heute den Unterschied kaum beschreiben.

Später ist dieses Merkmal mehr und mehr in Vergessenheit gerathen, indem man immer mehr auf den Gefühlseindruck der Intervalle achtete. Dadurch entstand unter anderem der heute noch fortdauernde Streit über die Konsonanz der Quarte. Wer den Gefühlseindruck als massgebend ansieht, wird hierüber niemals zu einer eindeutigen Auffassung gelangen (s. o. S. 32), während in Hinsicht der Verschmelzung die Quarte zweifellos unter die Konsonanzen, direkt nach der Quinte, zu stehen kommt, wohin sie denn auch von den Alten einstimmig gerechnet wurde. Auch die Verwunderung darüber, dass die Alten die Terzen n i c h t unter die Konsonanzen rechneten, ist nur vom Standpunkt des Gefühlseindruckes motivirt. Sie stehen in Hinsicht der Verschmelzung in der That den Dissonanzen nahe und es ist an und für sich, ohne Nebenrücksicht auf andere Kriterien, willkürlich, ob man sie mit den vorausgehenden oder mit den darauffolgenden Verschmelzungsstufen unter einem gemeinsamen Sammelnamen zusammenfasst. Erst nachdem der Gefühlseindruck gleichzeitiger Töne in Folge der Entwickelung der mehrstimmigen Musik sich mehr und mehr aus- und umbildete, fand man sich veranlasst, sie zu den Konsonanzen herüberzunehmen, wo sie allmählich immer mehr zu Ehren gekommen ist. Die Rangordnung der Intervalle in Hinsicht der Verschmelzung ist dadurch aber in keiner Weise berührt worden, es sind nur die

---

[1] Geschichte des Konsonanzbegriffes, I. Theil. Abhandlungen der Münchener Akademie. Phil.-Hist. Kl. 1897. Der zweite Theil wird eine Gesammtübersicht einschliesslich der Entwickelung im Mittelalter und der neueren Zeit enthalten und die im Text weiterhin ausgesprochenen Behauptungen rechtfertigen. Auch in meiner Schrift „Die pseudo-aristotelischen Probleme über Musik" in den Abhandlungen der Berliner Akademie 1897 ist S. 5—11 die antike Krasis-Lehre besprochen.

Hauptgruppen allmählich in mehr Untergruppen zerlegt worden, als es anfänglich der Fall war.

Dass aber auch in neuerer Zeit dieses Merkmal nicht ganz unbeachtet geblieben ist, zeigen gelegentliche Aeusserungen, wie die des freilich vergessenen Aesthetikers Bendavid: „Töne, die zu gleicher Zeit angegeben das Ohr ganz deutlich als verschiedene Töne unterscheidet, nannte man Dissonanzen, sowie diejenigen den Namen der Konsonanzen erhielten, bei welchen das Ohr aus der Zusammenstimmung derselben nur Einen Ton zu hören glaubt."[1] Oder die des unvergessenen Begründers der gegenwärtigen Musiklehre, Moritz Hauptmann's, wenn er den Charakter der Dissonanz als ein „Auseinanderklingen" beschreibt (s. o. S. 23). Ich möchte sagen, dass selbst einige meiner unmusikalischen Versuchspersonen das Merkmal neu entdeckten, als sie nach dem Grunde ihrer Einheits- und Mehrheitsurtheile gefragt wurden. Sie fanden keinen Unterschied in der Annehmlichkeit der Zusammenklänge. „Aber manche Töne", sagten sie, „heben sich besser ab, streben gleichsam auseinander." Oder: die einen seien „zusammen", die anderen „nebeneinander" (*Tonpsych.* II, 152, 172). Vielleicht waren diese Personen gerade darum, weil die Gefühlsunterschiede für sie hinwegfielen, veranlasst und im Stande, den reinen Empfindungsunterschieden grössere Beachtung zu schenken.

Fünftes Kapitel.

Zur Deutung und Erklärung der Verschmelzungserscheinungen.

1. Ueber die genauere Definition des Verschmelzungsbegriffes selbst ist in den letzten Jahren mancherlei verhandelt worden. Da ich die vorgeschlagenen Modifikationen auch schon selbst in Erwägung gezogen hatte, sind meine Bedenken dagegen bereits in den früheren Ausführungen gegeben. Doch will ich kurz noch einmal darauf zurückkommen.

---

[1] L. Bendavid, Versuch einer Geschmackslehre 1799, S. 435.

Gar nichts hat die Verschmelzung, von der hier die Rede ist, mit dem alten Psychologenbegriff der „Bewusstseinseinheit" gemein.[1] Die Bewusstseinseinheit ist nicht grösser bei 1 : 2 als bei 4 : 5. Wenn sie überhaupt Grade besitzt, so stehen diese doch in keiner nothwendigen Beziehung zu den Schwingungsverhältnissen der Töne.

Ferner geht es nicht an, den Begriff der Tonverschmelzung, wenn anders damit das Grundphänomen der Konsonanz bezeichnet sein soll, mit „Nichtunterscheidung" zusammenzuwerfen. Zwar steht es Jedem frei, das Wort Verschmelzung in diesem Sinne zu gebrauchen, aber dann ist eben das eigenthümliche Faktum, um das es sich hier handelt, nicht dadurch ausgedrückt, und es muss dafür wieder ein anderer Ausdruck gesucht werden. Wäre Konsonanz soviel wie Nichtunterscheidung zweier gleichzeitiger Töne, so würde in dem Augenblick, wo wir die Töne einer Quinte auseinanderzuhalten vermögen, ihre Konsonanz in Dissonanz übergehen. Nun aber statuiren wir Konsonanz auch da oder vielmehr nur da, wo die beiden Töne deutlich als zwei erkannt werden. Indem wir sie unterscheiden, nehmen wir doch zugleich wahr, dass sie in geringerem oder grösserem Grade ein einheitliches Ganzes bilden. Die Verschmelzung ist einer der Faktoren, welche die Nichtunterscheidung zur Folge haben können, wie beispielsweise unsere obigen Versuche zeigen. Aber neben diesem Faktor giebt es noch sehr viele andere, wie die Abstufungen der Aufmerksamkeit, das Intensitätsverhältniss, die Dauer der Töne, gleich- oder ungleichseitiges Hören beider Töne u. s. w.

Mit dem genannten Missverständniss hängt es auch zusammen, wenn man den Verschmelzungsgrad vom Intensitätsverhältniss abhängig sein lässt. Eine Dissonanz geht doch nicht in eine Konsonanz über, wenn der eine Ton schwächer wird. Ist er so schwach geworden, dass wir ihn gar nicht mehr vom anderen unterscheiden können, dann finden wir freilich keine Dissonanz, aber auch keine Konsonanz mehr. Ebenso kann der Konsonanzgrad einer Terz nicht durch die blosse Veränderung des Intensitätsverhältnisses in den einer Oktave verwandelt

---

[1] Auf welchen sie ein Rezensent meiner Tonpsychologie zurückführen wollte (M. Dessoir, *Zeitschrift für Psychiatrie*, Bd. 48).

werden. Dadurch kann nur die Leichtigkeit der Unterscheidung, aber nicht der Grad der Verschmelzung verändert werden.

Die Wahrnehmung des Konsonanz- und Dissonanzgrades ist natürlich insofern von der relativen Stärke der Töne abhängig, als Stärke-Gleichheit zwischen beiden Tönen für die Wahrnehmung am günstigsten ist. Aber der Konsonanzgrad, welchen man wahrnimmt, ist in keiner Weise dadurch bedingt.

Es scheint überhaupt nicht, dass wir im Stande sein werden, den Verschmelzungsbegriff tiefer oder verständlicher zu fassen, als indem wir die Verschmelzung als das Verknüpftsein zweier Empfindungsinhalte zu einem Ganzen, oder als Einheitlichkeit, als Annäherung des Zweiklanges an den Einklang beschreiben. Wie sich dies ausnimmt, muss man eben hören und kann es Niemand klarmachen, der nicht hören oder Gehörserscheinungen nicht beobachten kann.

Zieht man vor, einen Zusammenklang psychologisch überhaupt nur als Eine Klangempfindung und die darin unterscheidbaren Töne als Theile dieser Empfindung zu bezeichnen, so wird auch dagegen nichts einzuwenden sein, und vielleicht wäre diese Redeweise noch korrekter; aber man muss hinzufügen, dass die Theile in mehr oder weniger inniger Weise untereinander verknüpft sein können, und das ist für uns hier das Wesentliche.

Nur insofern ist eine weitergehende Erläuterung denkbar, als man dieses Verhältniss zweier Empfindungen, wonach sie sich zu einem Ganzen zusammenschliessen, innerhalb des umfassenden Rahmens einer allgemeinen Verhältnisslehre betrachtet, das Gemeinsame und das Unterscheidende gegenüber anderen Grundverhältnissen hervorhebt, vielleicht auch verschiedene Arten der Verschmelzung an Beispielen aufweist. In ähnlicher Weise können wir auch das Wesen einer einfachen Empfindung, z. B. „blau" nicht definiren, man muss es eben sehen, aber wir können ihre Stellung innerhalb des Systems der Farben- und Gesichtsempfindungen charakterisiren. Indessen ist hier nicht der Ort, uns in eine derartige Untersuchung bezüglich der Empfindungsverhältnisse oder der möglichen Verhältnisse zwischen mehreren Elementen überhaupt zu vertiefen.[1]

---

[1] Am meisten hat es sich Lipps angelegen sein lassen, den Begriff der Tonverschmelzung besser als ich es vermochte ins Klare zu bringen („Der

2. Eine andere Frage, auf die ich zurückkommen muss, betrifft die Möglichkeit, die Verschmelzungsthatsachen auf ihre Ursachen zurückzuführen. Zwei Wege sind hier denkbar. Man kann die Ursache zunächst noch im psychologischen Gebiet suchen oder sogleich direkt an physiologische Bedingungen denken.

a) Psychologisch scheint mir nur ein Erklärungsversuch unter denen, die ich früher als unannehmbar bezeichnete, noch immer der Erwägung werth, obschon die Erwägung auch diesmal nur zur Ablehnung führt: es ist der auf die Aehnlichkeit der bezüglichen Töne gegründete. Oktaven, könnte man sagen, sind sich in hervorragendem Masse ähnlich, auch wenn wir einfache Töne wählen, und eben darum müssen sie bei gleichzeitigem Erklingen nahezu wie Ein Ton erscheinen.

Eine solche Anschauung wird in der That gegenwärtig von verschiedenen Psychologen festgehalten, und sie wird neuerdings von Ebbinghaus geltend gemacht mit der Begründung, dass wir eben dasjenige als ähnlich bezeichnen, was leicht miteinander verwechselt wird, wenn es getrennt gegeben ist, oder nicht leicht unterschieden werden kann, wenn es zusammen vorliegt.[1]

Begriff der Verschmelzung und damit Zusammenhängendes in St.'s *Tonpsychologie*', *Philos. Monatshefte* XXVIII, 547 f.). Er beschäftigt sich zuerst mit meiner Theorie der Aufmerksamkeit, die indessen mit der Verschmelzungslehre nichts zu thun hat, versucht und verwirft dann verschiedene Definitionen des Begriffes, die nicht die meinigen sind, und gelangt schliesslich zu einer Formulirung, die sich von der meinigen kaum noch unterscheidet: Verschmelzung sei Unvollkommenheit der Analyse, (cf. *Tonpsych.* II, 127), zu unterscheiden von der blossen Erschwerung der Analyse durch mangelhafte Aufmerksamkeit u. dgl. „Ich bemühe mich, eine Mehrheit von Tönen zu analysiren d. h. sie als Mehrheit wahrzunehmen. Diese Bemühung gelingt bald schwerer bald leichter ... Gelingt sie aber auch, so gelingt sie doch bald mehr bald weniger vollkommen" (S. 569f.). — Das nahe Zusammentreffen des Ergebnisses mit dem meinigen kann mich nur erfreuen, wenngleich ich nicht einsehe, warum die dahin führenden Ueberlegungen des Autors in die Form einer fortlaufenden Polemik gekleidet sind.

[1] Ebbinghaus, Grundzüge der Psychologie I (1897), S. 278 f. Bereits Lipps hatte (a. a. O. 577) von einer Aehnlichkeit der konsonirenden Töne in diesem Sinne gesprochen. Die Anwendung dieser Aehnlichkeitstheorie auf den Verschmelzungsbegriff soll allerdings erst Ebbinghaus' zweiter Halb-

Ich kann zunächst diese Definition der Aehnlichkeit nicht unterschreiben. Aehnlichkeit ist wohl einer der Faktoren, die daran schuld sein können, wenn wir zwei Eindrücke nicht unterscheiden. Aber es giebt noch andere. Wenn z. B. zwei gleichzeitige Eindrücke sehr kurz dauern, werden sie nicht so leicht unterschieden, als wenn sie länger dauern, ohne darum einander ähnlicher zu sein. Ja selbst ein momentanes Nachlassen der Aufmerksamkeit kann uns die nämlichen zwei Empfindungen, die wir sonst leicht unterscheiden, als Eine erscheinen lassen. Oder sollen wir sagen, dass in solchen Fällen nur die nämlichen Tonschwingungen, nicht aber die nämlichen Empfindungen wie sonst vorliegen? Nun kann es sich doch aber auch um bloss graduelle Unterschiede zweier Fälle handeln: *c* und *fis*, kürzer angegeben oder mit weniger gespannter Aufmerksamkeit vernommen, werden vielleicht nicht so deutlich auseinandergehalten, aber doch auch nicht gerade bestimmt als Ein Ton aufgefasst. Haben sie sich dabei für unsere Empfindung in *c* und *des* oder in *f* und *fis* oder in sonstwelche einander näher liegende, ähnlichere Töne verwandelt? Schwerlich möchte sich dies durchführen lassen, und folglich können wir Aehnlichkeit nicht in obiger Weise definiren.

Vergegenwärtigen wir uns nun weiter die Konsequenzen jener psychologischen Erklärung. Bei Klängen mit Obertönen ist allerdings eine Aehnlichkeit der konsonanten Grundtöne durch die gemeinsamen Theiltöne hergestellt, soweit eben solche in genügender Stärke vorhanden sind. Da aber Verschmelzung sich ebenso auch bei einfachen Tönen findet, so muss auch bei diesen eine mit den Verschmelzungsgraden parallel gehende Abstufung der Aehnlichkeit angenommen werden. Eine unerlässliche Bedingung hierfür ist die Statuirung einer neuen Grundeigenschaft der Töne, eines neuen „Empfindungsmoments" neben der Tonhöhe. Nach der Tonhöhe sind sich *c* und *d* unstreitig ähnlicher als *c* und *e*. Dennoch verschmelzen sie weniger. Ebenso *c* und *fis* gegenüber *c* und *g*. Die Aehnlichkeit, welche der Verschmelzung zu Grunde liegt, muss also eine Aehnlichkeit in anderer Beziehung sein wie die, welche der Höhenordnung zu Grunde liegt, sonst müsste ja auch c^1 irgendwie

band bringen. Doch dürfte sie nicht wesentlich von der obigen Fassung abweichen.

Zu dem im Text Folgenden über die Aehnlichkeit konsonanter Töne vgl. auch meine früheren Ausführungen *Tonpsych.* II, S. 193 f.

zwischen *c* und *des* untergebracht werden können, da es mit *c* stärker verschmilzt als *des*. Wir müssen also ein besonderes Moment der Tonempfindung annehmen, nennen wir es beispielsweise Toncharakter oder wie man will, in Bezug auf welches Aehnlichkeiten stattfinden, die unabhängig sind von der Schwingungsdifferenz, dagegen abhängig vom Schwingungsverhältniss.[1]

Dies kann man nun immerhin thun, wenn auch solche Annahmen dem Prinzip der wissenschaftlichen Sparsamkeit nicht entsprechen, so lange sie nicht durch direkte Beobachtung gestützt oder durch fruchtbare Konsequenzen empfohlen werden. Die Beobachtung scheint aber von Aehnlichkeiten solcher Art kein genügendes Zeugniss zu geben. Zwar bei Oktaven haben wir unstreitig diesen Eindruck, und ich muss gestehen, dass ich selbst hier immer wieder versucht bin, auf die fragliche Auffassung zurückzukommen. Immerhin kann der Eindruck der Aehnlichkeit hier auch wohl auf Erfahrung beruhen statt auf direkter Empfindung. Oktaventöne gelten uns in Folge der musikalischen Gewohnheiten als äquivalent untereinander, wie sie ja darum auch mit denselben Buchstaben bezeichnet werden. Sie nehmen eine gleiche Stellung zu den übrigen Leitertönen ein. Dieser Umstand gründet in dem musikalischen System, und dieses selbst wieder in Konsonanzverhältnissen.

---

[1] Dieses Moment stellt Lipps ausdrücklich in Abrede: „Es giebt nun einmal für das Bewusstsein kein den harmonischen Tönen eigenthümliches, zur Höhe, Stärke, Tonfarbe hinzutretendes Moment, hinsichtlich dessen die harmonischen Töne mit Bewusstsein verglichen, das also als das Aehnliche in den harmonischen Tönen oder als die Basis oder das spezifische Objekt des Aehnlichkeitsbewusstseins erscheinen könnte. Dies hindert doch nicht, dass das Aehnlichkeitsbewusstsein oder die Gefahr der Identifizirung besteht" (a. a. O. 578).

Für mich würde das Nichtvorhandensein einer solchen Eigenschaft, in Bezug auf welche die Aehnlichkeit stattfinden soll, ein entscheidender Beweis sein, dass die behauptete Aehnlichkeit selbst nicht vorhanden ist. Es erscheint mir — und soviel ich sehe, bis jetzt allen, die darüber nachgedacht haben, ausser Lipps — als eine logische Unmöglichkeit, dass wir eine Aehnlichkeit zweier Dinge erfassen sollen, ohne die Eigenschaft mitzuerfassen, worin diese Aehnlichkeit gründet. Wenn wir für diese Eigenschaft nicht sogleich den richtigen Begriff und Namen finden: in unserem Bewusstsein muss sie doch vorhanden und auffindbar sein. So lange es dem scharfsinnigen Forscher nicht gelingt, irgend ein Beispiel für Aehnlichkeiten ohne Fundament zu erbringen, sind sie für mich nur Worte.

Die Verschmelzung ist also Ursache der Aehnlichkeit (Aequivalenz), nicht aber die Aehnlichkeit Ursache der Verschmelzung. So wenigstens lässt sich das Verhältniss fassen.[1]

Gehen wir nun aber zu den Quinten, Terzen, Sexten über, so dürfte kaum Jemand noch eine besondere Aehnlichkeit der beiden Töne finden. Die Quintentöne werden im Gegentheil vielfach (wie im Alterthum öfters auch die Oktaventöne) als eine Art Gegensatz bezeichnet, so bei M. Hauptmann und G. Engel. Auch in der Darstellung des Tonreiches durch eine Spirale bei Drobisch kommt dies zum Ausdruck, und Lotze behauptet gleichfalls, dass wir bei der Quinte den Eindruck hätten, uns am weitesten von der Tonika entfernt zu haben. James Sully und Külpe, beide zugleich musikalisch und psychologisch bewandert, finden ausdrücklich nur bei den Oktaven etwas von Aehnlichkeit.[2] Die Gegensätzlichkeit der Quintentöne ist allerdings, wenn ich recht sehe, auch nur eine Auffassungsweise, die sich erst entwickelt hat, nachdem bereits auf Grund der wahrgenommenen Konsonanzverhältnisse der Kunstbau der Musik entstanden war. Jedenfalls scheint aber aus solchen Aeusserungen hervorzugehen, dass das gegenwärtige Musikbewusstsein eine besondere Aehnlichkeit der Quintentöne untereinander nicht anerkennt.

Selbst bei der Oktave ist doch auch noch zu bedenken, dass kaum jemals einer der früheren Beobachter mit vollkommen einfachen Tönen operirt hat. Sobald auch nur der erste Oberton vorhanden ist, haben wir es bei der Oktave mit einer zusammengesetzten Aehnlichkeit zu thun, die hier nichts beweist. Aus demselben Grunde sind die vorkommenden Verwechselungen zwischen Oktaventönen und gelegentlich auch zwischen Quintentönen vorläufig ohne Beweiskraft.

Auch die historische Betrachtung kann hier wieder herangezogen werden. Während von der Verschmelzung schon bei den alten Pythagereern die Rede ist, wird von der Aehnlichkeit der Oktaventöne erst bei viel späteren Schriftstellern gesprochen,

---

[1] Auch Helmholtz spricht von Aequivalenz der Oktaven (S. 532—533) und lässt bei ihnen keine andere Art von Aehnlichkeit zu als die „Verwandtschaft", wie sie auch bei Quinten und Terzen gegeben ist, die er durch Obertöne erklärt. Die einfachen Töne sind ihm also bei der Oktave nicht ähnlich, wenigstens nicht mehr als bei der Septime.

[2] J. Sully, Sensation and Intuition. VII. Essay. Külpe a. a. O. 317.

und sie wird dort, wo man sich näher damit beschäftigt, in den pseudo-aristotelischen Problemen über Musik, als blosse Analogie gedeutet.[1] Von einer Aehnlichkeit der Quinten- oder Quartentöne vollends ist nirgends die Rede. Nur im allgemeinen definirt PTOLEMÄUS an einer Stelle konsonante Töne als ähnliche Töne, macht aber selbst von dieser Definition nirgends wieder Gebrauch, setzt vielmehr alsbald eine andere, auf der Verschmelzung ruhende, dafür ein, die dann allem Weiteren zu Grunde liegt. Wenn die Aehnlichkeit das Grundphänomen, die Verschmelzung nur die Folge wäre, so wäre es bei den Alten doppelt seltsam, dass sie wenig davon sprechen, da ihre Musik vorwiegend melodisch war, die Beobachtung der aufeinanderfolgenden Töne also im Vordergrunde stehen musste.

Man müsste also, um die Hypothese durchzuführen, etwa annehmen, dass die Aehnlichkeit, welche der Verschmelzung zu Grunde liegt, in der Aufeinanderfolge der Töne nur eben bei den Oktaven merklich hervortritt, während die Aehnlichkeiten schwächeren Grades sich erst in ihren Wirkungen beim gleichzeitigen Erklingen geltend machen, für sich allein aber der Wahrnehmung vorläufig noch entgehen. Vielleicht werden sie, könnte man hinzufügen, späteren Jahrhunderten merklicher werden, wenn das Gehör sich noch mehr verschärft hat, wie ja auch die Konsonanzgrade nach und nach deutlicher und differenzirter in die Wahrnehmung getreten sind.

Diese Aehnlichkeitsunterschiede würden dann aber, wenn wir alles das mit in den Kauf nehmen, ihrerseits doch eine letzte psychologische Thatsache bilden, für die nur etwa physiologisch noch die Grundlage anzugeben wäre.

Der Unterschied der beiden Lehren wäre also, um zusammenzufassen, nur der: dass die eine die Verschmelzung aus einer gewissen Aehnlichkeit der Töne herleitet, dabei aber gezwungen ist, zweierlei Aehnlichkeiten zu unterscheiden, die nach der „Höhe“ und die nach der neuen noch unbenannten Eigenschaft der Töne; während die andere Lehre die Verschmelzung als ein nicht weiter ableitbares Grundverhältniss neben der Aehnlichkeit anerkennt, dabei aber mit der ersten und unbezweifelbaren Art der Aehnlichkeit von Tönen auskommt. Man sieht,

[1] S. meine oben S. 41 erwähnte Abhandlung über die pseudo-aristotelischen Musikprobleme S. 12f.

dass die Zurückführung der Verschmelzung auf dies zweifelhafte oder ganz hypothetische zweite Aehnlichkeitsverhältniss nicht einmal aus dem Gesichtspunkt der wissenschaftlichen Sparsamkeit eine Minderausgabe bedeutet.

Wir statuiren daher zwei unabhängige Grundverhältnisse. Auf dem Aehnlichkeitsverhältniss beruht die stetige Reihenfolge der Töne von der Tiefe zur Höhe, auf der Verschmelzung die Gliederung des Tonreiches, die Aussonderung bestimmter „Intervalle" aus der unendlichen Menge der blossen Tonverschiedenheiten. Die Aehnlichkeit hängt ab von den Differenzen, die Verschmelzung von den Verhältnissen der Schwingungszahlen.

b) Demgemäss bleibt uns nur Eine Art der Erklärung: die Angabe der physiologischen Ursachen der Verschmelzung. Wir haben anzunehmen, dass beim gleichzeitigen Erklingen (oder blossen Vorstellen) zweier Töne, die ein relativ einfaches Schwingungsverhältniss zueinander haben, im Gehirn zwei Prozesse stattfinden, die in einer engeren Verknüpfung miteinander stehen, als wenn weniger einfache Schwingungsverhältnisse vorliegen. Diese besondere Verknüpfungsform oder dieses eigenthümliche Zusammenwirken zweier Prozesse habe ich als „spezifische Synergie" bezeichnet und damit einiges Aegerniss erregt, zumal bei solchen, denen schon die spezifischen Energien einzelner Nervenelemente unbequem sind. Gewiss ist mit einem solchen Ausdruck hier wie dort noch keine Erklärung gegeben. Aber es ist ein ganz bestimmtes Postulat ausgesprochen, dessen man sich bewusst bleiben muss, so lange bis man es erfüllen kann. Assimilation, Dissimilation, Schwarzprozess, Rothprozess, Nervenprozess überhaupt, und so viele andere Ausdrücke der Gehirnphysiologie sind nicht von grösserer Dignität.

Uebrigens entsteht die Forderung bestimmter Formen des Zusammenwirkens zweier oder mehrerer Prozesse noch in vielen Gebieten der Gehirnphysiologie, beispielsweise beim Einfachsehen mit nahezu korrespondirenden Punkten beider Netzhäute (Punkten von geringer Querdisparation). Es wird in diesem Falle, wie das Stereoskop lehrt, ein einheitlicher Punkt hinter oder vor dem „Kernpunkt" gesehen, je nachdem gekreuzte oder gleichseitige Disparation vorliegt. Dieses vollkommen plastisch gesehene Relief ist eine anschauliche Modifikation unserer Empfindung und muss nach den Grundsätzen eines gereinigten Nativismus, der

mir wenigstens unabweisbar scheint und jetzt unverkennbar immer mehr in das wissenschaftliche Bewusstsein eindringt, auf einem physiologischen Prozess beruhen, den man wiederum als eine Synergie der bezüglichen Netzhautstellen, bezw. ihrer zentralen Repräsentanten, bezeichnen mag. Damit kehren wir nicht zur alten Lehre von den identischen Netzhautstellen zurück; denn wir lassen nicht eine bestimmte Netzhautstelle nur mit einer Stelle der anderen Netzhaut zusammenwirken, sondern mit verschiedenen in verschiedener Weise, wenn auch nach bestimmten Gesetzen, ebenso wie ein Ton nicht mit einem anderen, sondern mit verschiedenen in verschiedener Weise verschmilzt. Mit allem dem ist doch immer nur der Forderung Ausdruck gegeben, dass jeder Modifikation der Empfindung eine physiologische Modifikation der Gehirnprozesse entspricht.

Diejenigen, welche an der Ausmalung von möglichen Vorstellungsweisen Gefallen finden, werden unschwer auch für die Verschmelzungs-Synergien konkretere Vorstellungen einsetzen. Freilich die blosse Uebersetzung der psychologischen Verschmelzung der Töne in eine physiologische Verschmelzung zweier akustischer Nervenprozesse in Einer Ganglienzelle würde mir nicht viel aufklärender scheinen als Onkel Bräsig's Erklärung der grossen Armuth aus der grossen pauvreté. Aber auf den besonderen Umstand könnte man beispielshalber verweisen, dass jeder Ton gemäss der Resonanztheorie des Hörens ausser der auf ihn abgestimmten Faser auch die seinen Untertönen entsprechenden Fasern der Basilarmembran (anders gesagt: die Fasern, in deren Schwingung er selbst als Oberton enthalten ist) unter Bildung von Knotenpunkten in Schwingungen versetzt. Diesen Umstand benutzt neuerdings Ebbinghaus[1] zur Erklärung der oben besprochenen Aehnlichkeit der konsonirenden Töne. Man kann ihn aber ebensowohl auch zur direkten Erklärung der Verschmelzung heranziehen.[2] Aber leider kann die Lehre von den mitschwingenden Fasern überhaupt nur noch als Bild, nicht als Ausdruck des wirklichen Sachverhaltes gelten, schon weil es

[1] Nach brieflicher Mittheilung im Anschluss an seine noch unvollständigen „Grundzüge der Psychologie“.

[2] Ich habe selbst darauf gelegentlich hingewiesen, um daraus in Verbindung mit anderen Faktoren eine generelle Entwickelung der Verschmelzungsstufen hypothetisch abzuleiten. *Tonpsych.* II, 218.

physikalisch so gut wie unmöglich erscheint, dass so winzige Gebilde auf die für uns hörbaren Töne noch mitschwingen sollen; aber auch wegen der Schwierigkeiten im Gebiete der Differenztöne.[1] Auch ist ohne Zweifel der letzte physiologische Grund der Verschmelzung nicht im Organ, sondern im Zentrum zu suchen, schon darum, weil die Verschmelzung sich auch bei ungleichseitigem Hören sowie bei der blossen Vorstellung der Töne geltend macht.

Eine andere Hypothese wäre, dass die zentralen Prozesse bei den verschiedenen Verschmelzungsstufen eine Art Mosaik darstellen, ein feineres bei den höheren, ein gröberes bei den niederen Verschmelzungsstufen. F. Brentano hat angedeutet, dass die Verschmelzung der Tonempfindungen schon innerhalb des psychologischen Gebietes auf einem solchen Mosaik der Empfindung beruhe.[2] Zwei Tonempfindungen könnten in unserem Bewusstsein nur unter der Bedingung gleichzeitig existiren, dass sie sich ähnlich wie zwei gleichzeitige Farben in einen gewissen Raum theilen, was dann eben in verschiedener Weise geschehen kann. Von einem solchen Nebeneinander der Töne zeigt uns freilich das Bewusstsein nichts, und darum dürfte die Lehre in dieser Form schwerlich Eingang finden. Aber es steht nichts im Wege, sich eine analoge Vorstellung in Hinsicht der physiologischen Prozesse zu machen, auf denen gleichzeitige Tonempfindungen und ihre Verschmelzungsgrade beruhen.

G. E. Müller wiederum meint, „es dürfte nicht allzu schwer sein, die Thatsache der Klangempfindung und Klanganalyse an der Hand der modernen Neurontentheorie befriedigender zu erklären, als dies durch ein Operiren mit dem Wort Verschmelzung geschieht.“[3] Aber vorläufig sind dies erst recht nur Worte. Ich meine nicht die Neuronten, aber das Versprechen einer be-

---

[1] Siehe M. Meyer, „Zur Theorie der Differenztöne und der Tonempfindungen überhaupt.“ *Zeitschr. f. Psych.* XVI, S. 1. Die Abhandlung wird im nächsten Hefte dieser Sammlung abgedruckt.

[2] Bericht über den III. Internationalen Kongress für Psychologie zu München (1896), S. 117.

[3] *Zeitschr. f. Psych.* X, 43. Vielleicht denkt der Verfasser an eine mehr oder weniger innige Umklammerung der Ausläufer (Dendriten) einer Ganglienzelle durch die einer anderen, etwa noch in Verbindung mit dem Umstand, dass, wie behauptet wird, auf solche Weise eine Zelle bald mit dieser bald mit jener anderen in Zusammenhang treten kann.

friedigenden Erklärung aus ihnen. Möchte baldigst die That folgen! — Mir scheint die Sache noch in dem Stadium zu liegen, in welchem es besser ist, mit NEWTON kurzweg zu sagen: hypotheses non fingo.

Es dürfte sich empfehlen, bei der Nachforschung hierüber auch die anderen Sinne im Auge zu behalten, und zwar weniger vielleicht den Farbensinn, als den Geschmacks- und Geruchssinn. Wie ich bei ZWAARDEMAKER[1] lese, entwarf der englische Parfumeur PIESSE 1877 eine chromatische Geruchsleiter von $6^1/_2$ Oktaven, die bei Fachgenossen Zustimmung fand. Darin sind einerseits die nur wenig verschiedenen Gerüche nebeneinandergestellt (so unterscheidet sich die Rose und das Pelargonium odoratissimum nur um einen sog. Halbton), andererseits aber finden sich in weiterem Abstand voneinander gewisse Gerüche, „die sich ausgezeichnet vermischen lassen". So liegen der Vanille-, der Heliotrop- und der Mandelgeruch jedesmal „zwei Oktaven" auseinander. ZWAARDEMAKER, der dieses Gebiet zuerst streng wissenschaftlich durchforscht hat, glaubt, dass man mit Hülfe der neueren Chemie diese Ideen noch besser ausgestalten könne. Danach werden die chemischen Grundstoffe in homologe Reihen geordnet, deren physikalische Eigenschaften eine periodische Funktion der Atomgewichte sind, und es scheint, dass sich auch die Geruchseigenschaften dieser Anordnung fügen. Damit wäre freilich zunächst nur eine exakte physische Unterlage für die Anordnung und die Verschmelzung der Gerüche gefunden, vergleichbar der Entdeckung der Schwingungsdifferenzen und Schwingungsverhältnisse in der Tonlehre. Aber bei der einfacheren Struktur und allgemeineren Verbreitung des Geruchssinnes könnte die Spur hier leichter auf das physiologische Gebiet verfolgt und die Vorgänge bei Thieren vielleicht später einmal selbst experimentell untersucht werden.

Uebrigens sind wir in physiologischer Hinsicht bei der Konsonanz oder Verschmelzung der Töne keineswegs schlimmer daran als sonst fast überall, wo es sich um die physiologischen Bedingungen elementarer Bewusstseinsthatsachen handelt. Wissen wir etwas über die Gehirnvorgänge, die einem einzelnen Ton, einer Farbe, einem Geruch entsprechen? Ueber die der räumlichen Lokalisation, der Vertheilung der Farbeneindrücke im

---

[1] Physiologie des Geruches 1895, S. 268.

Gesichtsfeld? Oder über die der Vorstellungsverknüpfung und der Erinnerung? Oder des Zeitbewusstseins? Wenn man ehrlich sein will, muss man mit Nein antworten.

Auch wer die Dissonanz auf Schwebungen zurückführt, ist in der nämlichen Verlegenheit, die Gehirnprozesse bei Schwebungen zu schildern. Wer die Konsonanz als Aehnlichkeit, sei es durch Theiltöne, sei es durch die Grundtöne selbst, definirt, nicht minder. Und fragen wir: wie kommt es, dass die Töne mit wachsender Schwingungszahl für unsere Empfindung „in die Höhe steigen", und dass jeder neue Ton dem Ausgangston weniger ähnlich wird? — so bleibt der Gehirnphysiologe uns selbst für diese Grundthatsache der Tonempfindungen ebenso die Erklärung schuldig wie für die der Verschmelzung.

Setzen wir schliesslich den Fall, dass es einmal gelungen wäre, die chemischen oder molekular-mechanischen Vorgänge in der Hirnrinde, worauf die Tonverschmelzung beruht, aufs Genaueste anzugeben: so muss man auch nicht meinen, dass wir mit dieser sog. „Zurückführung" des Psychischen aufs Physische über die Natur der Tonverschmelzung irgendwie klüger geworden wären. Wir würden im Stande sein, ihre Gesetze genauer und vollständiger zu formuliren, die einzelnen Thatsachen unter allgemeinere Gesichtspunkte zu bringen, auch die Ausnahmen und Beschränkungen (z. B. das Hinwegfallen der Verschmelzungsunterschiede in den höchsten Tonregionen) zu verstehen und abzuleiten; und damit wäre freilich viel gewonnen. Nicht aber könnten wir das Wesen der Verschmelzungserscheinungen selbst, den Eindruck der Oktave, der Quinte für das Bewusstsein, in welchem die Empfindungen doch allein als solche existiren, genauer und verständlicher beschreiben. In diesem Sinne kann man Bewusstseinserscheinungen nur aus sich selbst verstehen. Und es ist nützlich, sich dies recht klar zu vergegenwärtigen, damit man nicht das, was wir in der Hand halten, allzu gering schätze gegenüber dem, was noch auf dem Dache sitzt.

Sechstes Kapitel.

Scheinbare Hindernisse der Verschmelzungsdefinition.

Nun bleiben zunächst gewisse Schwierigkeiten zu lösen, welche sich der Durchführung des Verschmelzungsbegriffes in der Konsonanzlehre anscheinend von vornherein entgegenstellen, und auf welche doch weder die alten Schriftsteller noch die neueren, die sich diesen Begriff angeeignet haben, aufmerksam geworden zu sein scheinen.

1. Die Konsonanz aufeinanderfolgender Töne.

Vor allem entsteht die Frage, wie sich der Begriff bei aufeinanderfolgenden Tönen anwenden lässt. Denn Verschmelzung ist ein Phänomen gleichzeitiger Töne, fällt also, sollte man denken, bei der blossen Aufeinanderfolge hinweg. Alle Töne müssten dann dissonant oder vielmehr keins von beidem sein.

Die Schwierigkeit wird dadurch noch verstärkt, dass nach Versuchen, über welche demnächst berichtet werden soll, die Urtheile über die Reinheit von Konsonanzen bei aufeinanderfolgenden Tönen ebenso fein, speziell bei Terzen und Oktaven sogar viel feiner sind als wenn dieselben Töne zugleich angegeben werden, ein Verhalten, welches der gewöhnlichen Erwartung zuwiderläuft, aber mit voller Deutlichkeit aus den Tabellen hervorgeht. So erfolgten z. B. etwa 70 % richtige Urtheile bei einer Vergrösserung der grossen Terz um 2,18 Schwingungen, wenn die Töne aufeinanderfolgten, dagegen erst bei einer Vergrösserung um 5 Schwingungen, wenn sie gleichzeitig waren. Ebenso erfolgten etwa 90 % richtige Urtheile bei einer Verkleinerung der Oktave um 0,46 Schwingungen, wenn die Töne aufeinanderfolgten, dagegen ebensoviele erst bei einer Verkleinerung von 3,1 Schwingungen, wenn sie gleichzeitig waren.

Sehen wir zunächst von dieser besonderen Thatsache ab und halten uns nur an die allgemeine Frage, wie die Konsonanz aufeinanderfolgender Töne überhaupt erkannt werden kann, so hat gegenüber dieser Frage unstreitig die Lehre, welche die Verschmelzung auf Aehnlichkeiten zurückführt und sonach die Aehnlichkeit als das primäre Merkmal der Konsonanz betrachtet, einen

grossen Vortheil; denn die Aehnlichkeit bleibt natürlich auch bei der blossen Aufeinanderfolge bestehen.

Da wir aber diese Anschauung sonst nicht durchführbar fanden, müssen wir doch versuchen, die Antinomie auf Grund des Verschmelzungsbegriffes selbst zu lösen. Drei Thatsachen in Verbindung miteinander scheinen mir hierzu den Schlüssel zu bieten:

a) Die Verschmelzung bleibt auch erhalten, wenn wir zwei gleichzeitige Töne, statt sie wirklich zu hören, nur vorstellen. Dies ist eine Aussage der Erfahrung, von allen bestätigt, die hierüber beobachtet haben. Stellt man sich Oktaven vor, so hat man denselben Eindruck der Einheitlichkeit wie beim wirklichen Hören. Man kann sie gar nicht anders als mit dieser Eigenschaft vorstellen. Aehnlich bei der Quinte u. s. w. Nur infolge dieser Thatsache ist ein Komponiren ohne Instrumente möglich.

b) Jeder Empfindungsinhalt bleibt, nachdem die Empfindung selbst vorüber ist, noch eine Zeit lang als Vorstellung im Bewusstsein. Wenn wir einen nicht zu langen Satz hören, sind die bereits gesprochenen Worte noch dem Bewusstsein gegenwärtig, während das letzte ausgesprochen wird. Dadurch ist erst das Verständniss des Ganzen möglich. Ebenso bei einer Melodie, bei einer gesehenen Bewegung.[1]

Hieraus in Verbindung mit a) folgt ohne weiteres, dass auch

---

[1] Exner's „primäre Gedächtnissbilder", F. Brentano's „ursprüngliche Assoziationen" — nicht zu verwechseln mit den Nachempfindungen, die beim Ohr nur eine verschwindend kurze Dauer besitzen.

W. Stern hat kürzlich, angeregt durch F. Schumann, gegen die obige, sonst ziemlich allgemein anerkannte Lehre Einspruch erhoben (*Zeitschr. f. Psych.* XIII, 325 f.). Ich kann mich von der Triftigkeit seiner Ausführungen vorläufig nicht überzeugen, muss aber hier von einer Besprechung als zu weit führend absehen. Wenn wirklich die Lehre von den primären Gedächtnissbildern, jenen gleichsam abgeschiedenen Seelen der Empfindungen, die auf die lebendigen zurückwirken, noch einer Revision bedürftig und fähig ist und es sich nicht bloss um eine verschiedene Ausdrucksweise für dieselbe Thatsache der inneren Wahrnehmung handelt, so dürfte es doch nicht leicht fallen, die einfachste und genaueste Beschreibung für die Bewusstseinserscheinungen in dieser Richtung zu finden. Jedenfalls ist es an den Vertretern der neuen Anschauung, sie mit den Konsonanzthatsachen in Uebereinstimmung zu bringen. Man wird dann eben, wie mir auch F. Schumann mündlich andeutet, neben der gleichzeitigen eine successive Verschmelzung annehmen und sie entsprechend definiren müssen.

bei blosser Succession zweier Töne die Verschmelzung stattfindet. Der zweite Ton, der empfunden wird, verschmilzt mit dem ersten, der noch vorgestellt wird; oder sie verschmelzen, nachdem auch der zweite vorüber ist, beide als Vorstellungen; oder auch es wird, wenn man weiss, um welches Intervall es sich handelt und nur die Reinheit zu beurtheilen ist, der folgende Ton bereits während des ersten oder in der Zwischenpause vorgestellt und dann nur die Uebereinstimmung oder Abweichung der Intonation beim wirklichen Eintritt beurtheilt.

Es kann aber auch die Verschmelzung jedes der beiden aufeinanderfolgenden Töne mit einem gemeinschaftlichen dritten, der nur vorgestellt wird, erkannt werden. Wir können, wie HELMHOLTZ und schon Frühere richtig bemerkt haben, bei dem Schritt von *c* zu *d* den Ton *g* mitvorstellen, mit welchem jeder der beiden Töne konsonirt (sogenannte indirekte Verwandtschaft). Welch' ungeheure Rolle überhaupt das gleichzeitige Vorstellen anderer Töne ausser den augenblicklich gehörten in der Musikauffassung spielt, wollen wir hier nicht näher auseinandersetzen. Wer auch nur über die Bedeutung der Tonika und Dominante für unsere Auffassung der Melodie nachgedacht hat, wird darüber nicht im Zweifel sein. „Es kommen, sagt der alte PH. EM. BACH, bei der Musik viele Dinge vor, die man sich einbilden muss, ohne dass man sie wirklich hört." Die Verwandlung der Succession in Gleichzeitigkeit ist also nichts Künstliches und Besonderes, sondern ein durchaus allgemeiner und beständiger Zug unseres musikalischen Bewusstseins.

Man wende nicht ein, dass nach dieser Darstellung die melodische Folge von Tönen überhaupt in eine Art von Zusammenklang verwandelt werde, sei es auch in der blossen Vorstellung, dass es also auf dasselbe hinauskäme, wie wenn wir die Töne einer Melodie von vornherein alle auf einmal angeben. Es ist immer noch ein grosser Unterschied, ob wir etwas gleichzeitig vorstellen und ob wir es als Gleichzeitiges vorstellen. Wir stellen den soeben gehörten Ton gegenwärtig vor, aber nicht als gegenwärtigen, sondern mit dem Zeitindex des „Jüngstvergangenen"; ebenso wie wir die Bewegung eines Körpers, obschon ihre bereits wahrgenommenen Stadien unserem Bewusstsein noch gegenwärtig sind, doch nicht als einen ruhenden Körper von der Länge der ganzen Bewegung erblicken.

Auch den Einwand brauchen wir nicht zu fürchten, dass wir

uns nun doch zu dem bedenklichen Rekurs auf die Erinnerung gezwungen sähen, den wir oben bei der Kritik der HELMHOLTZschen Lehre als unthunlich bezeichneten. Einmal sind die primären Gedächtnissbilder, welche sich unmittelbar an die Empfindung schliessen, nicht identisch mit den Erinnerungsbildern, welche erst nach kurzer oder langer Zwischenzeit wieder auftauchen. Sodann und hauptsächlich ist der Unterschied, dass den einfachen Tönen gerade jenes Merkmal, auf das es der HELMHOLTZ'schen Theorie ankam, fehlte und bei der Erinnerung an zusammengesetzte Klänge nur noch deutlicher als fehlend erkannt werden musste, während das Merkmal der Verschmelzung den blossen Vorstellungen zweifellos zukommt und direkt an ihnen erfasst werden kann.

c) Wenn nun aus dem Gesagten begreiflich wird, dass wir überhaupt im Stande sind, aufeinanderfolgende Töne als konsonante zu erkennen, so bleibt doch noch die besondere Schwierigkeit zu lösen, dass die Reinheit eines Intervalls in solchem Fall ebenso gut, ja unter Umständen besser erkannt wird wie bei gleichzeitigen Tönen. Denn man könnte doch zunächst schliessen, dass bei der geringeren Intensität und Deutlichkeit der blossen Vorstellung gegenüber den Empfindungen das Urtheil in diesem Fall unsicherer würde und dass man überhaupt besser Empfindung mit Empfindung als Empfindung mit Vorstellung vergleichen könne.

Die Erklärung dürfte zum Theil wieder in einer allgemeineren Thatsache liegen. Es ist nicht bloss bei Intervallurtheilen, sondern es ist überhaupt so: Zwei Eindrücke werden, wie schon E. H. WEBER ausgesprochen hat, in jeder Hinsicht besser miteinander verglichen, wenn sie aufeinanderfolgen (oder nur durch eine ganz kurze Pause getrennt sind), als wenn sie gleichzeitig sind.[1] Bei gleichzeitigen Eindrücken finden wir uns oft, um zur vollen Klarheit zu gelangen, geradezu genöthigt, die einzelnen Glieder während der Dauer der Empfindung in der Vorstellung abwechseln zu lassen, d. h. die Aufmerksamkeit bald dem einen, bald dem anderen vorzugsweise zuzuwenden und so ein Surrogat der Aufeinanderfolge herzustellen. Auch die Vergleichung zweier Linien im Gesichtsfeld macht, wie man sich leicht überzeugen wird, keine Ausnahme hiervon.

---

[1] Vgl. hierüber *Tonpsych.* I, 100; II, 60—67.

Ob man nun diese allgemeine Thatsache selbst noch weiter erklären kann, ist nicht mehr eine Angelegenheit der Tonlehre. Für diese genügt es, erkannt zu haben, dass die darin etwa noch liegenden und der Aufklärung bedürftigen Paradoxien mit der besonderen Art, wie man die Konsonanz definirt, nichts zu thun haben.

Doch kommen ausser dieser allgemeinen Thatsache noch manche andere Umstände in Betracht. Der Unterschied zwischen der Schärfe des Reinheitsurtheils bei aufeinanderfolgenden und bei gleichzeitigen Tönen ist, wie erwähnt, von ungleicher Grösse bei verschiedenen Intervallen. Er scheint besonders gross zu sein für die Terzen und für die Oktaven, während die Quinten in der Aufeinanderfolge und in der Gleichzeitigkeit nahezu gleich gut beurtheilt werden. Dies dürfte mit der geringen Distanz der Terztöne voneinander und mit der starken Verschmelzung der Oktaventöne zusammenhängen. Die Quinten halten in beiden Beziehungen die Mitte und sind zugleich als das hauptsächlichste Stimm-Intervall vor allen anderen durch die Uebung begünstigt.

Es ist aber auch keineswegs nothwendig, dass das Kriterium, wonach wir den Konsonanzgrad eines Intervalls erkennen, zugleich für die Reinheit des Intervalls benützt werde. Vielmehr scheint es, dass kleine Abweichungen vom Reinheitspunkte sich uns vor allen Dingen durch ein eigenthümliches Gefühl kundgeben: zu kleine Intervalle berühren uns matt, fade, schal, zu grosse scharf, herb, gleichsam versalzen; und dies in gleicher Weise, mag es sich um Oktaven, Quinten oder Terzen handeln.

Auch die Lehre, welche die Konsonanz auf Aehnlichkeit zurückführt, muss hier zu einem Hülfskriterium greifen. Wenn gefragt wird, welcher von dreien, nur ganz wenig verschiedenen Tönen die reine Quinte zu einem gegebenen Ton bildet, so wird die Entscheidung sicherlich nicht nach dem Prinzip der grösseren Aehnlichkeit getroffen. So gestellt, würde die Frage vielmehr gar nicht verstanden.

Mit diesen etwas fragmentarischen Bemerkungen müssen und können wir uns hier begnügen, wo es nur darauf ankommt zu zeigen, dass die Thatsachen der Beurtheilung aufeinanderfolgender Töne nicht von vornherein mit dem Verschmelzungsprinzip unverträglich sind, nicht aber darauf, positiv alle Einzelheiten des Urtheilsherganges zu erklären.

2. Die Priorität der homophonen Musik.

Eine andere, anfänglich nicht minder bedenkliche Schwierigkeit gegen die Definition der Konsonanz durch die Verschmelzung gleichzeitiger Töne ist historischer und ethnologischer Art. Wenn das Grundphänomen der Musik nur in der Gleichzeitigkeit zu Tage tritt, sollte man da nicht erwarten, dass die Musik zuerst harmonisch, dann melodisch sein müsste, während der Gang der umgekehrte war? Und wie ist der weitaus überwiegende Gebrauch einstimmiger Musik unter den Völkerschaften der Erde zu begreifen?

Dass nach den vorangehenden Erörterungen die Verschmelzung sich infolge der Gleichzeitigkeit von Empfindung und Vorstellung auch bei aufeinanderfolgenden Tönen geltend macht, genügt nicht, um die Schwierigkeit zu heben. Denn es wäre eine sehr unwahrscheinliche Annahme, dass die Verschmelzungsunterschiede ursprünglich schon bei der blossen Aufeinanderfolge sich dem Bewusstsein aufgedrängt hätten. Zuerst müssen sie doch an wirklichen Empfindungen beobachtet worden sein.

Hier kommt nun eines der HELMHOLTZ'schen Prinzipien, das der Verwandtschaft durch gleiche Theiltöne, zu einer gewissen, wenn auch beschränkten Geltung. Sämmtliche in der Praxis angewandten Klänge enthalten mehr oder weniger Obertöne, und wir haben bereits hervorgehoben, dass mindestens bei der Oktave die dadurch bewirkte Aehnlichkeit der Klänge sich für das Bewusstsein geltend macht. So kann also die Wahrnehmung dieser Klangverwandtschaft zur Aussonderung der Oktave und vielleicht auch noch der Quinte unter der unendlichen Menge möglicher Tonkombinationen und zum Gebrauch dieser Intervalle in den ursprünglichsten Melodien beigetragen haben.

Allein, wenn auch hülfreich, ausreichend ist das Prinzip auch hier nicht; denn es ist im höchsten Masse unglaublich, dass die Urmusik sich bloss in Oktaven- und Quintenintervallen bewegt hätte. Und wenn man auch noch etwa die durch indirekte Verwandtschaft sich daraus ergebende Sekunde, den zweiten Ton unserer aufsteigenden Leiter, dazu nehmen wollte: es kommen mit diesem Tonmaterial *c*, *d*, *g*, c^1 immer noch ganz unsangbare Weisen heraus, die mit den primitivsten Melodien (wenn wir uns diese nach Analogie der gegenwärtigen Gesänge unter den Stämmen niederster Kultur vorstellen) keine Aehnlichkeit

besitzen. Indirekte Verwandtschaft höheren Grades aber, durch welche allerdings auch eine Art von Terz (die pythagoreische) gefunden werden kann, ist überhaupt nicht für das Bewusstsein vorhanden, jedenfalls nicht für das ursprüngliche. Diese Terzen sind ein Produkt des klügelnden Verstandes und der Rechnung. HELMHOLTZ selbst sagt S. 422: „Das Intervall der Terz ist schon nicht mehr so deutlich durch leicht wahrnehmbare Obertöne begrenzt, dass es sich von vornherein dem Ohr ungeübter Musizirender bestimmt aufgedrängt hätte.“ Vgl. S. 584.

Hierzu kommt noch, dass wir uns, wenn für die melodische Musik nur das Prinzip der Verwandtschaft, für die harmonische aber das der Verschmelzung herangezogen würde, dem Vorwurf einer doppelten Definition, den wir bei HELMHOLTZ bedenklich fanden, gleichfalls aussetzen würden.

In der That lässt sich nun, wie ich glaube, das Verschmelzungsprinzip doch auch für die früheren Entwickelungsstadien der Musik durchführen; doch muss ich mich hier dem ungeheuren Material gegenüber auf wenige Andeutungen beschränken.

Vor allem verlangt das Prinzip gar nicht, dass die Musik im Anfang harmonisch oder mehrstimmig gewesen sein müsste, sondern nur: dass die Entdeckung und Auswahl der Intervalle, die in der Melodie gebraucht wurden, durch Phänomene des gleichzeitigen Hörens veranlasst wurde. Nun ist es gewiss nicht unwahrscheinlich, dass bei den ersten rohen und zufälligen Versuchen des Singens oder der Tonerzeugung mit ausgehöhlten Knochen oder sonstigen Hohlräumen oder mit gespannten Saiten auch gelegentlich gleichzeitige Töne und unter diesen ausser vielen anderen auch die Oktave zum Vorschein kam, deren einheitlicher Klang dann wohl die Aufmerksamkeit fesseln und zur Wiederholung reizen mochte. Auf ähnlichem Wege, aber von nun an wohl auch durch förmliche Versuche von Seiten tonfreudiger Individuen, konnten dann in langen Zeiten auch die geringeren Verschmelzungsstufen, Quinten, Quarten, Terzen gefunden und auf Instrumenten fixirt werden, mit denen dann dieselben Töne auch nacheinander zu Gehör gebracht wurden. Die so entstehenden Melodien wurden dann durch die Stimme nachgeahmt, und es begreift sich, dass nun dieses bequemste und natürlichste Instrument die Oberhand gewann, und dass bei der Schwierigkeit des gleichzeitigen Singens

in abwechselnden Intervallen die Musik zunächst einen wesentlich melodischen Charakter annahm.

Wir schreiben also den Instrumenten mit fixirbaren Tönen einen sehr wesentlichen Antheil an den ersten Anfängen der Musik zu. Singen ohne feste Stufen, welches schon viel früher geübt sein mochte, kann noch nicht als Musik im eigentlichen und engeren Sinne bezeichnet werden. Diese beginnt, wenn wir überhaupt eine Grenzbestimmung geben wollen, erst mit der Einführung fester Intervalle. Und hierfür konnte das Singen nur in der eben angeführten Weise neben anderen Tonquellen dienen, insofern einzelne Oktaven oder Quinten, z. B. beim gleichzeitigen Ausrufen eines Signals, zum Vorschein kamen und dann um des einheitlichen Eindrucks willen wiederholt wurden.

Weiter ist es nun aber auch keineswegs richtig, die Musik bis zum 9. Jahrhundert n. Chr. und ebenso die gegenwärtige Musik unzivilisirter Völker kurzweg als eine homophone zu bezeichnen. Streng genommen hat es wahrscheinlich niemals bloss homophone Musik gegeben. Zum mindesten das Singen in Oktaven findet sich, soweit wir verfolgen können, überall und alle Zeit. Wenn wir solchen Gesang Unisono nennen, so ist er doch genauer gesprochen schon ein Duo, und es ist diese Art des Zusammensingens nichts weniger als selbstverständlich. Aber nicht bloss das wichtigste aller Intervalle wurde fortwährend in gleichzeitiger Verbindung gebraucht: auch Quinten- und Quartenparallelen finden sich, wenngleich seltener, bei den Naturvölkern; wie ja auch bei uns sogenannte Natursänger öfters in dieser Weise zusammensingen.[1]

An die Quinten- und Quartenparallelen zur Zeit Hucbald's mögen wir hier gleichfalls denken. Doch ist vielleicht der Unterschied, dass die quintirenden Natursänger, die zivilisirten wie die unzivilisirten, meistentheils der Meinung sind, einstimmig zu singen, und mehr unwillkürlich, infolge ungleicher Stimmlage, auf die Quinten verfallen, während die singenden Mönche sehr wohl wussten, dass sie nicht einstimmig sangen. Die trotz des Mehrklangs entstehende einheitliche Verschmelzung erschien ihnen als ein grosser Reiz, als eine wahre „Süssigkeit", ähnlich wie uns die Terzenparallelen. Die Motive dagegen, die für uns

---

[1] Vgl. *Tonpsych.* II, 179.

die Quintenparallelen widerwärtig machen, waren für sie noch nicht vorhanden, da sie sich erst in der Entwickelung des modernen Akkordsystems geltend machen konnten.

Nun ist noch in Betracht zu ziehen, dass die den Gesang begleitenden Instrumente, wo solche im Gebrauch sind, vielfach dazu benutzt werden, durch das gleichzeitige Angeben gewisser Fundamentaltöne oder auch nur eines einzigen dem Intervallbewusstsein der Singenden eine Stütze zu geben. Auch so entsteht eine gewisse Mehrstimmigkeit. Die Instrumente leisten damit der Entwickelung und Festigung des musikalischen Bewusstseins, auch des melodischen, einen zweiten wesentlichen Dienst. Dies lässt sich durch sehr zahlreiche Beispiele exotischer Musik nachweisen. Es liegt darin eine Analogie zu dem sogenannten profanen Organum, bei welchem ebenfalls eine Stimme auf dem gleichen Tone liegen bleibt, während die andere sich melodisch bewegt und dadurch alle möglichen gleichzeitigen Intervalle zur ersten hervorbringt.

In ethnologischer Hinsicht ist besonders zu vergleichen: R. WALLASCHEK, Primitive Music, 1893, Ch. IV. Wenn ich auch diesem Forscher in vielen anderen Punkten, z. B. hinsichtlich der Entstehung der Leitern aus den Eigenthümlichkeiten der Instrumente (S. 156 f.), nicht beistimmen kann, so scheint mir doch das meiste, was er in jenem Kapitel über den früheren Gebrauch der Harmonie, des Dur und Moll und der diatonischen Leitern auf Grund eines reichen Materials beibringt, richtig zu sein.

Ueber Indianergesänge, welche für das Studium bis jetzt weitaus am ergiebigsten und lehrreichsten sind, vgl. TH. BAKER, „Ueber die Musik der nordamerikanischen Wilden“, 1882. Ferner meine beiden Studien: „Lieder der Bellakula-Indianer“, Vierteljahrsschrift f. Musikwissenschaft 1886, und „Phonographirte Indianermelodien“ (mit Bezug auf GILMAN'S phonographische Aufnahmen) daselbst 1892. Ferner F. BOAS in den Berichten der British Association 1890 (Report VI) und 1895 (Report X). Journal of American Folk-Lore, Vol. I. 1888, No. 1. Internationales Archiv für Ethnographie IX, 1896, Suppl.

Neuerdings haben ALICE FLETCHER und J. C. FILLMORE, letzterer auch mehrfach in Verbindung mit F. BOAS, den Versuch gemacht, verschiedenen Indianerstämmen ihre eigenen Melodien mit einfachen Harmonisirungen vorzuführen, und behaupten, dass die Indianer die Lieder bei bestimmten Harmonisirungen als die ihrigen wiedererkannten, bei anderen

dagegen nicht, und dass jene Harmonisirungen sie sehr befriedigten. Fillmore schliesst daraus, dass eine gewissermassen latente Harmonie ihnen vorschwebe. Es ist schwer für Jemand, der solchen Versuchen nicht selbst beigewohnt hat, sich ein entschiedenes Urtheil über ihre Beweiskraft zu bilden. Obschon man nach den unzähligen Willkürlichkeiten und Dilettantismen, welche bei der Wiedergabe exotischer, einstimmig gesungener Melodien durch beigegebene Harmonisirung von jeher begangen wurden, solchen Behauptungen von vornherein das äusserste Misstrauen entgegenbringen muss, will ich doch gestehen, dass mir der anfängliche Unglaube in diesem Fall angesichts der genauen Beschreibung der Versuchsumstände und der wissenschaftlichen Befähigung der Berichterstatter zum Theil geschwunden ist. Nur zum Theil, weil mir die Möglichkeit von Suggestionen, namentlich bei der Benützung von Dolmetschern, nicht ausgeschlossen scheint.

Soviel allerdings ist gewiss und musste schon vorher jedem auffallen, dass unter den Indianergesängen, von denen uns jetzt eine grosse Menge in glaubwürdigster Form vorliegen (und die den unsrigen, nebenbei gesagt, weit verwandter sind als die erhaltenen altgriechischen Melodien) ein ganz beträchtlicher Theil sich ausschliesslich in Tönen des Dur- oder Moll-Dreiklanges bewegt, und dass die übrigen, welche mehr Töne enthalten, sich unseren Dur- und Moll-Leitern ohne weiteres fügen. Dieser Umstand legt uns in der That nicht bloss die Versuchung der Harmonisirung für unsere eigenen Ohren nahe, sondern lässt auch die Behauptung einer „latenten Harmonie", die freilich psychologisch noch näher zu präzisiren wäre, plausibel erscheinen.

Fillmore erstreckt die Formulirung seiner Behauptung auf alle exotischen Gesänge überhaupt. Aus theoretischen Gründen könnte man wohl dem zuzustimmen geneigt sein, doch wären vorerst ähnliche Versuche auch bei anderen Völkerstämmen vorzunehmen, da die bisherigen allerdings nur unsystematischen Beobachtungen vielmehr dahin gehen, dass Harmonisirungen ihnen widerstreben.

Die mir bekannt gewordenen Arbeiten der genannten Gelehrten hierüber sind folgende: 1. die gemeinschaftliche Arbeit von A. Fletcher, La Flesche und Fillmore: A Study of Omaha Indian Music — Papers of Peabody Museum, Vol. I. No. 5 (1893); 2. die Schriften Fillmore's: Memoirs Internat. Congr. of Anthropology, Chicago, p. 158. Journal of American Folk-Lore 1893, p. 285; 1895, p. 138. Journal „Music" V, No. 1, p. 39; No. 3, p. 281; VI, No. 6, p. 649. In demselben Bande No. 2, p. 188 auch ein Aufsatz von A. Fletcher.

Ueber FILLMORE's und andere neue Arbeiten hat sich auch R. WALLASCHEK ausgesprochen: „Musikalische Ergebnisse des Studiums der Ethnologie", Globus Bd. 68, Nr. 7.

Das Verschmelzungsprinzip dürfte also, statt den urgeschichtlichen und ethnologischen Thatsachen zu widerstreiten, vieles davon dem Verständniss näher bringen. Diesen Andeutungen sei nur noch hinzugefügt, dass auch für das klassische Alterthum keineswegs streng homophone Musik angenommen werden darf. Die Akten darüber dürfen nun wohl bald geschlossen werden, wenn nicht etwa noch wesentliches Material entdeckt wird.[1] Es wäre auch, wie schon BOECKH betonte, mehr als wunderlich, dass die Definition der Konsonanz durch das Verschmelzen gleichzeitiger Töne gerade bei den Griechen so allgemein zur Geltung gekommen wäre, wenn sie niemals gleichzeitige Töne gebraucht hätten. GEVAERT, der weit entfernt ist, ihnen eine Harmonie in unserem Sinne zuzuschreiben, sagt doch geradezu: Chez les anciens comme chez les modernes le système musical se fonde sur l'harmonie simultanée.[2] Gewiss ist, dass sie ihre Instrumente durch gleichzeitiges Angeben der Quinten, bezw. Quarten stimmten. Ausserdem weisen aber mannigfaltige Aeusserungen der Schriftsteller darauf hin, dass durch das Instrument zur Gesangmelodie an verschiedenen Stellen bestimmte Intervalle hinzugefügt wurden.

Als eine Mehrstimmigkeit in unserm Sinn ist dies alles freilich nicht zu fassen. Dazu gehören vor allen Dingen Dreiklänge, dazu gehört eine bestimmte Abwechslung von Akkorden, deren Grundschema die Kadenz aus den Dreiklängen der Tonika, Subdominante und Dominante ist, dnzu gehört eine gewisse Stimmführung, welche den Uebergang eines Akkordes in einen anderen, die Auflösung der Dissonanzen bewirkt u. s. w. Von alledem kann bei den Griechen nicht die Rede sein, und insofern wollen wir der Unterscheidung der neueren Musik von der alten durch das Merkmal der Mehrstimmigkeit nicht widersprechen. Aber was trotzdem an Gleichzeitigkeit der Töne alle Zeit vorhanden war und bei unzivilisirten Völkern vorhanden

[1] Eine vorzügliche kritische Sichtung der Ergebnisse findet man bei GUHRAUER in den „Commentationes Martino Hertz dedicatae" 1888.

[2] F. A. GEVAERT, Histoire et théorie de la musique de l'antiquité I, 119.

ist, dürfte genügen, um die anfängliche Schwierigkeit gegen das aufgestellte Merkmal der Konsonanz zu lösen, da es genügt, um für den melodischen Gebrauch der Intervalle die ersten Anlässe und die weitere Unterstützung zu bieten. Eine beständige wirkliche Gleichzeitigkeit der verschmelzenden Töne ist ja, wie wir erkannt haben, keineswegs erforderlich, um den Verschmelzungsgrad zu erfassen.

Siebentes Kapitel.

Grundlinien der Konsonanzlehre.

Stehen sonach prinzipielle Hindernisse nicht entgegen, die Verschmelzungsthatsachen zur Definition der Konsonanz zu benutzen, so bleibt noch zu untersuchen, in welcher Form die Definition gegeben werden kann, um als Grundlage für den Aufbau der Musiktheorie zu dienen. Es muss gezeigt werden, wie die Konsonanzen unter sich und von den Dissonanzen geschieden werden können, wie der Begriff des Intervalls, der Verwandtschaft, der Tonleiter gebildet werden kann, und worin neben den gleichbleibenden Grundzügen, die aller Musik gemeinsam sind, auch die Möglichkeit von Veränderungen in den Grundelementen ihre Wurzel hat; während die Erklärung der Veränderungen im einzelnen der historischen und ethnologischen Forschung überlassen bleibt.

1. Wir müssen hier zuerst wieder einige bereits anderwärts erörterte Punkte um des Zusammenhangs willen rekapituliren. Halten wir uns innerhalb des Bezirks einer Oktave, so zeigt die direkte Beobachtung mit voller Deutlichkeit folgende Hauptstufen der Verschmelzung: erstens die der Oktave, zweitens die der Quinte, drittens die der Quarte, viertens die der beiden Terzen und Sexten, fünftens die aller übrigen Intervalle. Wir haben dabei einstweilen den Ausdruck Intervalle und die gebräuchlichen Intervallnamen benutzt, können aber auch, wenn man einen logischen Zirkel dahinter wittert, die bekannten Verhältnisszahlen der objektiven Töne dafür einsetzen.

Zwischen den Terzen und Sexten, ebenso zwischen grosser und kleiner Terz oder Sexte mögen noch feine Verschmelzungs-

Unterschiede bestehen, aber dass sie für unser gegenwärtiges Gehör deutlich und unbestreitbar hervorträten, lässt sich kaum behaupten. Eher kann man die Meinung vertreten, dass zwischen dieser und der letzten Gruppe noch eine Uebergangsgruppe einzuschalten sei, bestehend aus den Verhältnissen 4 : 7 (Ton *i*), 5 : 7 und etwa auch 6 : 7. Wir kommen auf diese bald zurück.

Dass Meinungsverschiedenheiten in den eben genannten Punkten bestehen können, erklärt sich aus dem Gesetz, dass mit der abnehmenden Verschmelzung zugleich auch die Unterschiede der Verschmelzungsstufen untereinander geringer werden. Die grösste Kluft ist zwischen der Oktave und Quinte, eine geringere schon zwischen Quinte und Quarte u. s. w. Wahrscheinlich besitzen selbst die hier unter der niedersten Stufe zusammengefassten Tonkombinationen noch eine Anzahl von Unterschieden der Verschmelzung, die auch dem geschultesten gegenwärtigen Ohr entgehen, aber eben darum auch für die Theorie der gegenwärtigen und bisherigen Musik irrelevant sind.

Auf Grund dieser Thatsachen und Erwägungen könnte man zunächst als Konsonanzen definiren: alle zu den höheren Verschmelzungsstufen gehörigen Tonkombinationen; als Dissonanzen: alle zu der niedersten (deutlich unterschiedenen) Verschmelzungsstufe gehörigen Kombinationen.

Aber ehe wir diese Definition uns zu eigen machen, müssen drei Punkte noch in Erwägung gezogen werden:

Erstens: wenn unter den Terzen und Sexten, ebenso unter den grossen und kleinen Terzen keine deutlichen Verschmelzungsunterschiede bestehen, was unterscheidet diese Tonstufen noch in unserm Bewusstsein?

Zweitens: wenn unter der letzten Verschmelzungsstufe keine erheblichen Verschmelzungsunterschiede bestehen, wodurch unterscheiden sich die musikalisch brauchbaren Dissonanzen von den blossen Verstimmungen? und wodurch die schärferen und die weniger scharfen Dissonanzen?

Drittens: worauf beruht das fast allgemeine Urtheil der Musiker, dass zwischen Konsonanz und Dissonanz ein mehr als gradueller, ein spezifischer Unterschied sei?

Die Erörterung dieser Fragen lehrt, dass der Verschmelzungsbegriff nicht für sich allein hinreicht, die Struktur und Leistungen des musikalischen Bewusstseins begreiflich zu machen, dass aber

die Definition der Konsonanz selbst einer Ergänzung gleichwohl nicht bedarf.

2. Die Untersuchung des ersten Fragepunktes führt uns sogleich auf den Begriff des Intervalls. Terzen und Sexten sowie grosse gegenüber kleinen Terzen oder Sexten unterscheiden sich voneinander innerhalb der gleichen Verschmelzungsstufe dadurch, dass sie von einem bestimmten Ausgangston aus in bestimmter Richtung ungleiche Abstände repräsentieren. Von einem gegebenen konkreten Ton, z. B. c^1, ausgehend können wir innerhalb der Oktave viermal die gleiche Verschmelzungsstufe herstellen, wenn sich der zweite Ton von jenem Ausgangspunkt successive in gleicher Richtung entfernt. Wir wollen den Abstand der Intervalltöne in solchem Fall (also bezogen auf einen bestimmten Ausgangston und eine bestimmte Richtung) kurz den relativen Abstand nennen.

Ein konsonantes Intervall im musikalischen Sinn ist daher ein Tonverhältniss, welches primär durch eine der höheren Verschmelzungsstufen, sekundär aber, d. h. bei gleicher Verschmelzung, durch den relativen Abstand der beiden Töne gegeben ist.

Es wäre verkehrt, zu sagen, dass ein Intervall überhaupt durch den Abstand zweier Töne voneinander (den absoluten Abstand) gegeben sei. Die grosse Terz besitzt nicht schlechthin eine grössere Distanz der beiden Töne als die kleine. Man kann nicht behaupten, der Abstand c^1—e^1 sei grösser als *C*—*Es*. Einunddasselbe Tonverhältniss, z. B. 2 : 3 (Quinte), liefert uns in der tiefen Region Töne, die einander viel ähnlicher sind, d. h. einen geringeren Tonabstand besitzen, als in der mittleren Region. Sagt man, dass doch in beiden Fällen drei Ganzton- und eine Halbtonstufe zwischen den Tönen liegen, so fragt sich eben wieder, ob die Ganz- und Halbtonstufen in der Tiefe für unsere Empfindung nicht geringere Abstände repräsentiren als in der Mitte. Daher ist es völlig verfehlt, das musikalische Intervall als einen bestimmten Abstand zweier Töne zu definiren, wie dies seit den Zeiten des Aristoxenus fort und fort geschehen ist.

Auf die vielen Argumente, aus denen hervorgeht, dass beide Begriffe sich nicht decken, brauchen wir wohl nicht noch einmal zurückzukommen [1], da allmählich hierüber Ein-

[1] Vgl. *Tonpsych.* I, 249, 337f. II, 403, 409; ferner meinen Aufsatz „Ueber Vergleichung von Tondistanzen", *Zeitschr. für Psychol.* I, 419f.

helligkeit, unter den Psychologen wenigstens, erzielt scheint. Für weitere Kreise mag vielleicht folgende Erwägung den Unterschied besonders deutlich machen. Wenn es richtig ist — was Niemand leugnen wird —, dass die tonale Wirkung einer Melodie wesentlich auf den Intervallen der darin aufeinanderfolgenden Töne, nicht auf der absoluten Tonhöhe beruht, und wenn die Intervalle sich nur durch den Abstand der Töne voneinander unterschieden, dann müssten wir eine Melodie auch in verkleinertem oder vergrössertem Massstabe wiedergeben und verstehen können. Wir könnten dann also z. B. die ganze Melodie „Leise, leise, fromme Weise", welche sich im Tonraum einer Dezime bewegt, in den Tonraum eines Ganztones oder einer Quarte einzwängen, oder wir könnten sie auf eine Duodezime auseinanderdehnen, indem alle vorkommenden Tonabstände in entsprechenden Maassstäben verkleinert oder vergrössert würden, der Rhythmus aber derselbe bliebe. Die Melodie müsste hierbei durchaus verständlich bleiben und die Wirkung eine ähnliche sein wie bei einer verkleinerten oder vergrösserten Kopie eines schönen Gemäldes: etwas geht dabei wohl an Wirkung verloren, da der Künstler auch mit den absoluten Dimensionen rechnet, aber das Wesentlichste, die Verhältnisse, bleibt ungeändert. Wir brauchen aber nicht zu sagen, dass eine so verkleinerte oder vergrösserte Melodie absolut sinnlos wäre: ein Zeichen, dass Abstand und Intervall zweierlei ist.[1]

Die musikalischen Intervalle sind also in erster Linie durch den Verschmelzungsgrad ihrer Töne festgelegt. Dadurch allein sind für unser Ohr die ersten festen Punkte in der an sich ganz stetigen Tonreihe gegeben und ihre Auswahl aller Willkür entzogen. Aber die konsonanten Intervalle von gleicher Verschmelzung unterscheiden sich voneinander durch die Verschiedenheit des Abstandes, bezogen auf einen bestimmten Ausgangston und eine bestimmte Richtung. Dies ist die Bedeutung des Distanzbegriffes für den Intervallbegriff.

Mit der obigen Definition des Intervallbegriffes soll nicht gesagt sein, dass sich das musikalische Bewusstsein im einzelnen Fall, wenn sich's um die Erkennung und Benennung eines Intervalls handelt, stets der angegebenen beiden Kriterien in dieser

---

[1] Zu dieser Erwägung bin ich, wenn ich mich recht erinnere, durch F. Brentano angeregt worden.

Folge bediene; sondern nur dass sie logisch genügen, um die Erscheinungen und Begriffe durch Merkmale von unzweifelhafter psychologischer Realität zu definiren.

Innerhalb einer engbegrenzten Tonregion, z. B. der eingestrichenen Oktave oder nur ihrer oberen Hälfte, ist natürlich ein bestimmtes Intervall auch durch eine bestimmte Distanz der Töne ausreichend charakterisirt, und wir lernen mit fortschreitender Uebung es auch durch dieses Merkmal wiederzuerkennen. Man kann wohl auch dies noch zugeben und hervorheben, dass innerhalb der zwei bis drei mittleren und meistgebrauchten Oktaven die Veränderungen der Distanz bei einunddemselben Intervall geringfügig genug sind, um uns nicht irrezuführen. Wie sehr wir in der That gewohnt sind, bei Intervallurtheilen doch auch diese uns bekannten und vertrauten Tonabstände als Kriterium mitzubenützen, sieht man daraus, dass bei Intervallen ungewohnter einfacher Töne, die eine Distanz von mehr als zwei Oktaven haben, das Urtheil selbst geübter Musiker unsicher werden kann, und dass man dann die beiden Töne zuerst in die gleiche mittlere Oktave transponirt (am besten mit Hilfe des Nachsingens), um dann erst sein Urtheil abzugeben. Ferner ist es in derselben Weise zu deuten, wenn in der Tiefe, in der grossen Oktave und darunter, bei einfachen Tönen das Intervall leicht zu klein geschätzt, eine grosse Terz etwa als Sekunde bezeichnet wird, weil hier eben die Distanz der beiden Töne geringer ist als bei grossen Terzen der mittleren Region (vgl. *Tonspych.* II, 404). In anderen Fällen freilich, z. B. bei sehr kurzer Dauer der Klänge, verwechselt man auch einmal Terzen mit Sexten, wegen der gleichen Verschmelzung. Es wirken also beide Kriterien in der Praxis zusammen.

Aber die Distanz ist auch nicht das einzige Hilfskriterium. Singgewohnte nehmen ganz wesentlich die mit dem Singen eines Intervalls verknüpfte Veränderung des Muskelgefühls zu Hülfe, die aber wiederum für ein bestimmtes Intervall nur innerhalb eines engbegrenzten Tongebietes die gleiche Grösse besitzt. Ebenso ist ja auch für die Erkennung der absoluten Tonhöhe eines Tons das Nachsingen Vielen eine wesentliche Erleichterung, und doch kann man die Tonhöhe nicht durch Muskelgefühle definiren.

Dazu kommen gelegentlich noch weitere Anhaltspunkte: Anfänger pflegen, um ein Intervall zu erkennen, die Stufen der diatonischen Leiter zu singen (oder sich wenigstens vorzustellen),

welche von einem Ton des Intervalls zum anderen hinführen; oder sie denken an eine bekannte Melodie, welche mit diesem Intervall anfängt u. s. w. Aber alle diese nach der individuellen Gewöhnung wechselnden mittelbaren (sekundären) Kriterien gehören nicht zu den Merkmalen, durch welche das Intervall seinem Wesen nach bestimmt ist, und welche darum auch für das musikalische Bewusstsein, wenn alle übrigen versagen oder sich widersprechen, in erster und letzter Instanz entscheidend sein müssen.

3. Die zweite Frage, wie die musikalisch brauchbaren Dissonanzen von den blossen Verstimmungen geschieden werden können, führt zum Begriff der Tonverwandtschaft. Bereits Helmholtz hat einen solchen Begriff formulirt und benutzt, aber in der Fassung der Klangverwandtschaft, da ihm Verwandtschaft eben nur zwischen Klängen mit Obertönen möglich und durch die Obertöne gegeben schien. Nunmehr ist es uns aber auch möglich, von Verwandtschaft bei einfachen Tönen zu reden. Der Begriff schliesst sich ohne Weiteres an den der Konsonanz an.

Wir nennen direkt verwandt oder verwandt im ersten Grade zwei Töne, welche untereinander konsoniren (in höheren Graden verschmelzen). Indirekt verwandt und zwar verwandt im zweiten Grade nennen wir zwei Töne, deren jeder mit einem und demselben dritten Ton konsonirt, z. B. *c* und *d* oder *c* und *h* (durch *g* verwandt), oder *c* und *cis* (durch *a* oder durch *e* verwandt).

Allgemeiner gesprochen kann man indirekt verwandt zwei Töne nennen, welche durch einen oder mehrere Töne untereinander in der Art verbunden werden können, dass jeder Ton in der Reihe mit seinen Nachbarn konsonirt. Die Verwandtschaft ist sovielten Grades als konsonante Intervalle zwischen dem ersten und letzten Gliede der Reihe liegen. So entsteht, wenn wir durch aufsteigende Quinten- und absteigende Quartenschritte von *c* zu *g*, *d*, *a*, *e* fortgehen, zwischen *c* und diesem *e* (der pythagoreischen Terz) eine Verwandtschaft vierten Grades. Aber diese indirekten Verwandtschaften höheren Grades sind zunächst eine rein theoretische Möglichkeit; ob sie auch psychologische Realität besitzen, ob wir wirklich jemals zu zwei gleichzeitigen oder aufeinanderfolgenden Tönen, um ihre Konsonanz untereinander zu erkennen, zwei oder drei andere

als Verbindungsglieder hinzudenken, ist fraglich, und in keinem Falle würde ein so umständlicher Prozess, rasch vollzogen, zu einiger Sicherheit in Bezug auf die Intonation des fraglichen Intervalls führen können. Mir ist kein Zweifel, dass das Bewusstsein der alten Griechen die Terz niemals in dieser Weise erfasst hat, wenn auch die Theorie das Intervall in solcher Weise deduzirte. Jedenfalls genügen die Verwandtschaften ersten und zweiten Grades, um die allgemeinsten Grundzüge unserer Musik zu erklären.

Ausser den Verwandtschafts-G r a d e n kann man auch noch die A r t e n der Verwandtschaft unterscheiden, je nach der Art der Intervalle, durch welche man von einem Ton zum anderen fortschreitet. Es genügt, Q u i n t verwandtschaft, T e r z verwandtschaft und Q u i n t - T e r z verwandtschaft zu unterscheiden. Vom d zu *d* gelangen wir durch zwei Quintenschritte *c*—*g*—d^1 und einen Oktavenschritt d^1—*d*. Den letzteren rechnen wir nicht mit, aus weiter unten (5. und 9.) zu erörternden Gründen, sprechen hier also nur von Quintverwandtschaft. Wir können aber auch von *c* eine Quinte aufwärts und dann eine Quarte abwärts gehen. Dieser Quartenschritt abwärts ist äquivalent mit dem zweiten Quintenschritt aufwärts und der nachfolgenden Oktaventransposition. Wir betrachten ihn daher, da die Oktaventransposition nicht gerechnet werden soll, als äquivalent mit dem Quintenschritt *g*—d^1 und sprechen demzufolge auch in diesem Falle nur von Quintverwandtschaft.

Aehnliches gilt bezüglich der Terzen und der Sexten. Von *c* kommen wir durch zwei grosse Terzenschritte zu *e* und *gis*. Ebendahin können wir auch gelangen, wenn wir von *e* zu e^1 und dann eine kleine Sexte abwärts gehen. Ebenso: von *c* zu *fis* kommen wir durch zwei kleine Terzen abwärts und eine Oktave aufwärts, aber auch ohne Oktaventransposition durch die grosse Sexte auf- und die kleine Terz abwärts. Wegen dieser Aequivalenz der grossen Terz mit der Oktave minus kleiner Sexte und der kleinen Terz mit der Oktave minus grosser Sexte brauchen wir nicht eigens von einer Sextenverwandtschaft zu reden. Aber auch die Verwandtschaft durch grosse und die durch kleine Terzen, letztere z. B. bei *c*—*es*—*ges*, unterscheiden wir nicht als besondere Art, da wir grosse und kleine Terz zur gleichen Verschmelzungsstufe rechnen. Mögen feinere Unterschiede sich hier mit der Zeit noch merklich machen, vorläufig genügt es für

die Beschreibung der musikalischen Bewusstseinsthatsachen, wenn wir die obigen drei Verwandtschaftsarten auseinanderhalten.

Eine Quint-Terzverwandtschaft (gemischte Verwandtschaft) findet Statt z. B. zwischen *c* und *h* durch *c—g—h*.

Da die Konsonanz der Quinten und der Quarten stärker ist als die der Terzen und Sexten, so ist wohl auch die Quintverwandtschaft leichter erkennbar als die Terzverwandtschaft. Man kann sie insofern als die stärkere Verwandtschaft bezeichnen.[1]

Durch die Verwandtschaft nun wird aus der unendlichen Zahl der Tonkombinationen, die wir unter die letzte Verschmelzungsstufe subsumirten, eine kleine Anzahl fester Stufen ausgeschieden, die allein musikalisch verwendbar sind. Dadurch entstehen die Tonleitern, d. h. diejenigen Töne innerhalb einer Oktave, die zur Melodiebildung und Harmonisirung bei einer Nation verwendet werden. Es giebt meines Wissens keine Tonleitern aus bloss direkt verwandten Tönen, überall sind auch indirekt verwandte eingeschaltet und dafür einige von den direkt verwandten ausgeschaltet. Im übrigen gehen wir hier nicht auf die Struktur und die Entstehungsweise der einzelnen Leitern ein.

Natürlich sind die Konsonanzen auch indirekt untereinander verwandt, *c* mit *g* auch durch *e*, *e* mit *g* durch *c* u. s. w. Aber hier fasst unser Gehör wenigstens Zweiklänge oder zwei aufeinanderfolgende Töne der Regel nach als direkt verwandt auf und versteht ihr gegenseitiges Verhältniss als eine direkte Verschmelzung untereinander.[2]

---

[1] Im Grunde würde darum hierauf auch besser der Ausdruck „Grade der Verwandtschaft" angewandt als auf den Unterschied der direkten und indirekten Verwandtschaft, der seinerseits besser als Artunterschied bezeichnet würde. Aber es ist der Ausdruck Verwandtschaftsgrad in Analogie zu den physischen Verwandtschaftsgraden hier nun einmal eingeführt.

[2] Helmholtz sah sich in der Entwickelung seiner Prinzipien veranlasst, für die kleine Sexte nur indirekte Verwandtschaft gelten zu lassen. Aber dies ist eben wieder eine Konsequenz, die dem musikalischen Gehör offen widerspricht. Die kleine Sexte konsonirt so direkt wie die grosse und wie die beiden Terzen.

Man muss sich bei den Sexten nicht etwa durch den Umstand täuschen lassen, dass wir geneigt sind, zu *c—as* oder *c—a* *f* oder *F* hinzuzudenken. Dies ist eine Folge unserer gegenwärtigen Gewohnheit, in Akkorden zu denken.

Bei konsonanten Drei- und Mehrklängen, wo alle Töne untereinander konsoniren, findet von selbst zugleich indirekte Verwandtschaft je zweier Töne untereinander durch Vermittelung der übrigen gleichzeitig wirklich gehörten statt. Ob hier vielleicht doch auch diese indirekte Verwandtschaft nebenbei mit erfasst wird, wollen wir dahingestellt sein lassen.

Nunmehr können wir die oben für die konsonanten Intervalle aufgestellte Definition so erweitern, dass sie auch die dissonanten umfasst: „Ein Intervall im musikalischen Sinn ist ein Verhältniss zweier Töne, welches gegeben ist primär durch ihre Verwandtschaft, sekundär aber, d. h. bei gleicher Verwandtschaft, durch den relativen Abstand der beiden Töne."

Alle Tonverhältnisse, welche nicht eine von unserm Ohr erkennbare Verwandtschaft der Töne aufweisen, mögen sie sich auch arithmetisch in ganzen Zahlen ausdrücken lassen, bleiben aus dem Begriff des Intervalls im musikalischen Sinne ausgeschlossen, oder sie können nur als verstimmte, unreine Intervalle von uns aufgefasst und bezeichnet werden.

4. Bleibt die Frage, wie wir zu Gradunterschieden unter den dissonanten Intervallen selbst kommen, und die weitere Frage, wie der Eindruck eines spezifischen Unterschiedes zwischen Konsonanz und Dissonanz entsteht, während die Verschmelzungsstufen nur graduell verschieden sind. Auf die letzte, die wir zuerst behandeln, lässt sich aus dem Vorhergehenden theilweise, aber auch nur theilweise die Antwort ableiten.

Wir haben uns gewöhnt, bei den höheren Verschmelzungsstufen die verwandtschaftlichen Beziehungen der Töne zu einander direkt zu erfassen, bei den Intervallen der untersten Stufe dagegen indirekt. Es ist schon dadurch ein Gegensatz gegeben, der diese Klasse nicht als eine Fortsetzung der Reihe in gleichem Sinn erscheinen lässt, der uns veranlasst, sie als eine Gruppe für sich den sämmtlichen übrigen zusammengenommen gegenüberzustellen. An sich könnten wir sie freilich auch als bloss graduelle Fortsetzung jener auffassen, aber die

---

Dieselbe Gewohnheit kann uns auch dazu führen, zu *c—e g* oder auch *A* hinzuzudenken. Aber nothwendige Durchgangspunkte zur Erkenntniss der Konsonanz sind diese hinzugedachten Töne im einen Fall so wenig wie im anderen.

faktische Entwickelung der Musik hat, indem sie zur Ausscheidung bestimmter „Intervalle“ unter den unzähligen Tonkombinationen dieser Stufe und zur Verwendung derselben in der Melodie führte, zu gleicher Zeit die indirekte Verwandtschaft als die für sie geltende Auffassungsweise in's Bewusstsein eingeführt. Denn nur dadurch, nur durch diese Form der Auffassung heben sich für uns diese wenigen Intervalle unter den unzähligen Verhältnissen geringster Verschmelzung ab. Es ist also sehr natürlich und selbstverständlich, dass wir sie nicht als direkt, sondern als indirekt verwandte aufzufassen uns gewöhnt haben.

Hierzu kommt aber noch der Umstand, dass infolge der Einführung dieser Intervalle 8 : 9, 9 : 10, 8 : 15 u. s. w., mit anderen Worten: infolge des Entstehens von Leitern und insbesondere diatonischen Leitern (welche doch der Grundtypus sind), nothwendig einige andere Intervalle, die sonst vielleicht noch eine Brücke zwischen den Terzen und der untersten Klasse gebildet hätten, nämlich 4 : 7, 5 : 7 und andere mit der Verhältnisszahl 7 zusammenhängende, aus dem musikalischen Gebrauch ausgeschlossen bleiben. Warum dies der Fall ist, mag hier ebenso ununtersucht bleiben wie die Frage, ob nicht doch in einzelnen Fällen beispielsweise der Ton *i*, das Intervall 4 : 7, gebraucht wird. Im Grossen und Ganzen ist es sicherlich in unserer Musik nicht im Gebrauch[1], und dadurch ist zwischen den der niedersten Verschmelzungsstufe angehörigen Intervallen und den vorhergehenden eine Lücke entstanden, wenn auch ihr Abstand selbst dadurch nicht vergrössert wird. In anderen Musiksystemen, die sich einer ausdenken mag, könnten die „Siebener“

[1] Ich kann mich der Meinung nicht anschliessen, als ob bei besonders reiner Intonation des Dominant-Septimenakkordes der Ton *i* zum Vorschein käme. Wenn wir von *C*-Dur durch *c*–*e*—*g*–*b* nach *F*-Dur moduliren, so wird dasjenige *b* gesungen, welches eben den Uebergang zu *F*-Dur bildet, weil es in der *F*-Dur Leiter enthalten ist: das ist das durch den doppelten Quartenschritt *c*–*f*—*b* gegebene Verhältniss 9 : 16. Ebenso wird nun in *C*-Dur selbst beim Dominant-Septimenakkord das *f* gesungen, das zu *C*-Dur gehört. Durch die natürliche Septime würde der Akkord zwar an Milde und Verschmelzung gewinnen, aber der Dominant-Septimenakkord will nicht mild sein. Er ist der Urahn und König aller dissonanten Akkorde, und es liegt gar nicht in der Intention der Musizirenden wie der Hörenden, dass sein dissonanter Charakter abgeschwächt werde.

vielleicht Verwendung finden; in diesen würde dann aber auch der spezifische Unterschied zwischen Konsonanz und Dissonanz von den Musikern vielleicht weniger betont werden. Er ist ja auch nur eine Thatsache innerhalb des faktisch vorliegenden und historisch entwickelten musikalischen Bewusstseins.

Immerhin ist mit diesen beiden Erklärungsgründen die Frage noch kaum erschöpfend beantwortet. Namentlich der letzte kann nicht als sehr wesentlich angesehen werden, da die so entstehende Kluft sicherlich nicht so gross ist wie die zwischen Oktaven und Quinten oder Terzen, und doch alle diese zusammen als Konsonanzen den Dissonanzen gegenüber gestellt werden. Aber auch der Unterschied der direkten und indirekten Verwandtschaft deckt sich kaum vollständig mit diesem Gegensatz. Wenigstens wenn man sich nicht mit einer Definition begnügen will, die zur knappsten Formulirung des Begriffs eben hinreicht, sondern eine Beschreibung des ganzen Bewusstseinsinhaltes verlangt, der sich mit den Begriffen Konsonanz und Dissonanz verknüpft, wird man nicht umhin können, auch das Gefühlsmoment zu berücksichtigen. Kann dieses auch nicht dienen, als primäres Merkmal die beiden Begriffe zu definiren, so kommt es doch hinzu, um ihren Unterschied zu verschärfen und für unsere Auffassung eigenthümlich zu färben. Und ist es auch nicht richtig, dass Konsonanzen immer angenehm, Dissonanzen immer unangenehm sind, so bleibt es doch nicht zu leugnen, dass Konsonanzen, für sich allein gehört, auf das Gehör des musikalischen Europäers seit langer Zeit angenehm, Dissonanzen aber unter gleichen Umständen unangenehm wirken.

Und zwar besteht für unser gegenwärtiges Gefühl die Unannehmlichkeit isolirter Dissonanzen in erster Linie in dem daran geknüpften Auflösungsbedürfniss, das in solchen Fällen keine Erfüllung findet. Eben darum, weil dieses sich historisch erst allmählich seit dem Mittelalter entwickelt hat, ist auch die Schärfe der Entgegensetzung zwischen Konsonanz und Dissonanz gewachsen, während die Unterscheidung als solche von jeher gemacht wurde. Wenn in der modernsten Musik das Gefühl für die Nothwendigkeit der Auflösung und zwar der richtigen Auflösung zuweilen wieder zu verschwinden scheint, so hat dies seinen Grund wohl weniger darin, dass uns das Auflösungsbedürfniss selbst wieder abhanden käme, sondern darin, dass die entsetzlichen Geburtswehen der musikalischen Ver-

kündiger neuer Weltanschauungen auch entsprechend schmerzliche Ausdrucksmittel verlangen. Sollten diese Mittel aber künftig auch vom Gehör weniger schmerzlich empfunden werden, so würde eben auch die künftige Musiktheorie den spezifischen Unterschied wieder weniger betonen als den bloss graduellen, und es würde dann eine Thatsache weniger der Erklärung bedürfen.

Indessen ist es nicht bloss das Auflösungsbedürfniss, das für unser Gefühl Dissonanzen und Konsonanzen in Gegensatz bringt, sondern auch eine sinnliche Unannehmlichkeit. Es muss sich bei gleichzeitigem Erklingen der Töne eine im Laufe der Zeiten wachsende rein sinnliche Unannehmlichkeit mit isolirten Dissonanzen, eine sinnliche Annehmlichkeit mit Konsonanzen verknüpft haben, Gefühle, deren physiologische Unterlage vorläufig schwer zu bestimmen sein dürfte und sicherlich nicht bloss durch die Schwebungen, bezw. ihren Mangel gegeben ist. Diese Seite der Sache bedarf noch sehr der Untersuchung, besonders auch durch Heranziehung der Unmusikalischen, bei welchen die durch die musikalische Auffassungsfähigkeit erzeugten Gefühlsunterschiede hinwegfallen, während die rein sinnlichen Unterschiede möglicherweise, wenn auch graduell geringer vorhanden sind.

Jedenfalls sehen wir, dass es an Erklärungsgründen für den Eindruck eines „spezifischen Unterschiedes" von Konsonanzen und Dissonanzen nicht fehlt, dass aber aus diesem Eindruck kein Bedenken mehr gegen die Definition dieser Begriffe durch die Verschmelzungsunterschiede entnommen werden kann.

Auf Gefühlsunterschieden dürfte nun auch die verschiedene „Schärfe" der Dissonanzen beruhen. Schon der Ausdruck selbst weist darauf hin. Bei der Aufzählung der Konsonanzen ist von vollkommenen und unvollkommenen, aber nicht von mehr und minder sanften Konsonanzen die Rede, und wo ähnliche Ausdrücke gebraucht werden, geschieht es doch nicht in Bezug auf die hergebrachte und anerkannte Rangordnung der Konsonanzen mit der Oktave an der Spitze, sondern um die durchschnittliche Wirkung der verschiedenen Intervalle auf unser musikalisches Gefühl zu kennzeichnen. Umgekehrt spricht man bei den Dissonanzen nicht von vollkommenen und unvollkommenen, sondern hat sie seit alter Zeit in Hinsicht ihres Wesens als Dissonanzen in Eine Klasse zusammengeworfen. Nur solche

Theoretiker, die wie HELMHOLTZ das Wesen der Dissonanz in der Gefühlswirkung selbst erblicken, machen natürlich hierin auch von vornherein Unterschiede. Für uns sind diese Unterschiede, wie wichtig auch immer, accessorischer und abgeleiteter Natur.

Man kann beispielsweise sagen, dass die grosse Septime und die kleine Sekunde schärfere Dissonanzen sind als die kleine Septime und die grosse Sekunde. Aber dies erklärt sich daraus, dass die beiden ersteren sich der relativen Distanz nach weniger von der Oktave bez. dem Einklang unterscheiden, und daher das Fortschritts- und Auflösungsbedürfniss hier ein grösseres ist. Auch die Schwebungen sind nicht ohne Wirkung, doch halte ich den genannten mehr ästhetischen Umstand für weit ausschlaggebender. Aber auch der Zusammenhang, der successive und der gleichzeitige, macht einen Unterschied in der „Schärfe" bei einunddemselben dissonanten Intervall, während der Verschmelzungsgrad vom Zusammenhang nicht mitbedingt ist. Auf dieser Bedeutung des Zusammenhanges beruht es auch, dass man das Epitheton „scharf dissonant" häufiger von Akkorden als von Zweiklängen aussagt. Denn die Modulation vollzieht sich nicht in Zweiklängen, sondern durchaus in Akkorden; bei zweistimmigen Liedern werden die Zweiklänge als unvollständige Akkorde aufgefasst und in Gedanken ergänzt.

Es erscheint daher gerechtfertigt, wenn bei einer strengen Klassifikation und Definition der Intervalle nach Konsonanz und Dissonanz, wie sie an der Spitze einer Musiklehre stehen muss, die verschiedene Schärfe der Dissonanzen noch ausser Betracht gelassen wird. In der Durchführung dagegen, bei allen technischen und ästhetischen Betrachtungen und Regeln, ist der Begriff natürlich nicht zu entbehren.

5. Es erübrigt uns noch, die Konsonanzverhältnisse der die Oktave überschreitenden Intervalle unter Voraussetzung der Verschmelzungsdefinition zu untersuchen. Es besteht hier bekanntlich das Gesetz, dass durch Addition der Oktave zu einem beliebigen konsonanten Intervall wieder ein konsonantes Intervall entsteht. Hierüber herrscht Einstimmigkeit. Auch das lässt sich wohl noch ohne Widerspruch wenigstens von Seiten der Praktiker behaupten, dass diese erweiterten Intervalle sich in Hinsicht der Konsonanz ebenso zueinander verhalten wie die ursprünglichen. Die Duodezime ist stärker konsonant als die

Tredezime u. s. w. Wenn wir dagegen fragen, wie sich die erweiterten Intervalle zu den ursprünglichen verhalten, so gehen die Meinungen auseinander.

Es ist nicht ganz leicht, hierüber durch direkte Beobachtung zu entscheiden. Sicherlich zwar sind bei den erweiterten Intervallen die beiden Töne (gleiche Stärke vorausgesetzt) leichter auseinanderzuhalten als bei den ursprünglichen. Aber dies beweist eine geringere Verschmelzung nur für diejenigen, denen die Verschmelzung schlechthin mit der Schwierigkeit der Unterscheidung zusammenfällt. Für uns ist sie nur eine der Bedingungen, von denen die Unterscheidung zweier gleichzeitiger Töne abhängt. Eine andere Bedingung ist der Abstand der beiden Töne in der Tonreihe. Und da dieser bei den erweiterten Intervallen grösser ist, so müssen sie leichter unterscheidbar sein, auch wenn der Verschmelzungsgrad der nämliche geblieben ist.

Untersuchen wir daher die Konsequenzen der verschiedenen möglichen Annahmen. Sagt man, die erweiterten Intervalle seien weniger konsonant als die ursprünglichen, so müsste man erwarten, dass durch Addition einer zweiten, dritten, vierten Oktave endlich doch aus einem konsonanten ein dissonantes Intervall würde oder zum mindesten eine tiefere Konsonanzstufe zum Vorschein käme, dass also die um zwei Oktaven erweiterte Quinte etwa den Konsonanzgrad einer Terz annähme u. s. w., was musikalisch bedenklich erscheint, da vom Verschmelzungsgrad eines Intervalls sein eigenthümlicher Gefühlscharakter jedenfalls mitbedingt ist und dieser keine so wesentliche Veränderung erfährt. Die Oktave selbst müsste, um etliche Oktaven erweitert, ihren Intervallcharakter mit dem der Quinte oder gar der Terz oder der Sekunde vertauschen, wenn auch immerhin mit den durch die grössere Distanz der Töne bedingten Modifikationen. Man könnte, um solchen Konsequenzen zu entgehen, annehmen, dass die Verringerung der Verschmelzung durch die Oktavenerweiterung so geringfügig sei, dass selbst bei Erweiterung um drei oder vier Oktaven noch nicht die nächst niedrige Verschmelzungsstufe entsteht. Dann können wir aber ebensowohl auch, ehe nicht Gründe für das Gegentheil vorliegen, die einfachere Annahme machen, dass der Konsonanzgrad ganz ungeändert bleibt.

Eine andere Annahme, die sich versuchen liesse, wäre, dass

die erweiterten Intervalle überhaupt nicht konsoniren, also nicht direkt verwandt sind, wohl aber indirekt, nämlich durch Vermittelung des ursprünglichen Intervalls und der Oktaven, durch deren Hinzufügung sie entstehen. Aber dies widerspricht nun doch offenbar der Beobachtung. Die Duodezime z. B. besitzt unzweifelhaft eine starke Verschmelzung mit dem Grundton, ebenso die Doppeloktave.

Da somit diese beiden Wege ungangbar erscheinen, glaube ich bei der einfachsten und der Beobachtung am ungezwungensten sich fügenden Annahme stehen bleiben zu sollen, dass die erweiterten Intervalle die gleiche Verschmelzung, also den gleichen Konsonanzgrad besitzen wie die ursprünglichen. Wir wollen das Gesetz in dieser Form kurz als Erweiterungsgesetz bezeichnen.[1]

6. Hier wollen wir im Vorübergehen auch wieder der Helmholtz'schen Lehre über diesen Punkt gedenken. Aus seiner Definition von Konsonanz und Dissonanz durch Obertöne und Schwebungen folgert Helmholtz (S. 319 f.) für die erweiterten Intervalle theilweise eine Verminderung der Konsonanz, theilweise aber auch eine Vergrösserung. Eine Verminderung, wenn die kleinere der Verhältnisszahlen, die das Intervall ausdrücken, eine ungerade Zahl ist (bei 1 : 2, 3 : 4, 5 : 6, 3 : 5, 5 : 8) eine Vergrösserung, wenn sie eine gerade Zahl ist (2 : 3, 4 : 5). Die ersteren Intervalle, sagt Helmholtz, verschlechtern sich, die anderen verbessern sich.

Diesen Unterschied kann ich schlechterdings nicht beobachten. Soweit es sich um den Wohlklang handelt, und soweit dieser von den Obertönen und ihren Schwebungen abhängt, soweit endlich in einem einzelnen Falle die bezüglichen Obertöne wirklich vorhanden und ihre Schwebungen merklich sind, mag man ihn bestätigt finden; aber das sind ganz spezielle Voraussetzungen. Im allgemeinen weiss das musikalische Ohr nichts davon, dass die Duodezime konsonanter sein soll als die Quinte, dass die grosse Terz durch die Erweiterung zur Dezime ebenfalls konsonanter, die kleine dagegen weniger konsonant werden soll. Findet überhaupt eine Veränderung Statt, so betrifft sie die grosse Terz in demselben Sinne wie die kleine. Die vielge-

[1] Vgl. dazu auch den Aufsatz „Neueres über Tonverschmelzung“ im folgenden Hefte, S. 14 f.

rühmte Durchführung der HELMHOLTZ'schen Prinzipien ins Detail dürfte daher bei genauer Vergleichung mit den Thatsachen auch hier vielmehr nur aufs neue die Unrichtigkeit der Prinzipien beweisen. Auch selbst was die Annehmlichkeit der erweiterten Intervalle betrifft, die uns hier Nebensache ist, so ist sie so wenig wie die der ursprünglichen Intervalle in erster Linie durch die Schwebungen bestimmt. Sie hängt beispielsweise gerade auch von der Grösse des Abstandes zwischen den beiden Tönen ab; denn grosse unausgefüllte Distanzen berühren uns im allgemeinen weniger erfreulich.

7. Ausser der Erweiterung ist die sogenannte Umkehrung der Intervalle zu betrachten, d. h. die Ersetzung des tieferen Tones durch seine höhere Oktave oder des höheren durch seine tiefere Oktave, wodurch aus der Quinte eine Quarte, aus der grossen Terz eine kleine Sexte u. s. w. wird. Wenn wir zunächst einmal versuchsweise Quinten und Quarten als Intervalle von gleicher Verschmelzungsstufe betrachten (wozu Manche hinneigen), so könnten wir hierüber das Gesetz aussprechen, dass die Umkehrung eines Intervalls stets ein Intervall von gleicher Konsonanz ergiebt. Nun lässt sich das vorhin erwähnte Gesetz von der Oktavenaddition (Erweiterungsgesetz) seinerseits auch so aussprechen: „Die Ersetzung des höheren Tones in einem Intervall durch seine höhere Oktave oder des tieferen durch seine tiefere Oktave lässt die Konsonanz ungeändert." Also liessen sich dann beide Gesetze dahin zusammenfassen: „Ersetzung des einen Intervalltones durch seine höhere oder tiefere Oktave (Doppeloktave u. s. w.) verändert die Konsonanz nicht."

Trotz der bestechenden Allgemeinheit und Eleganz dieser Formel wird man sie schwerlich für exakt halten können, da sich Quinten und Quarten eben nicht fügen wollen, deren verschiedener Verschmelzungsgrad doch unläugbar scheint. Umgekehrt ist es wahrscheinlich, dass nicht bloss Quinte und Quarte, sondern auch die beiden Terzen untereinander und gegenüber den Sexten, endlich auch diese untereinander feinere Verschmelzungsunterschiede aufweisen, die nur vorläufig nicht sicher feststellbar sind. Wir erblicken daher nicht sowohl in dem Verhalten der Quarten und Quinten, die sich dem Gesetz der Umkehrung nicht fügen, eine Anomalie, als vielmehr in dem Umkehrungsgesetz selbst und damit auch in der allgemeineren eben erwähnten Formel

nur eine Annäherung, die ganz genau vielleicht doch auch für die Terzen und Sexten nicht zutrifft.[1]

8. Dass keines der übrigen konsonanten Intervalle ausser der Oktave zu einem anderen oder zu sich selbst beliebig hinzugefügt werden kann, ohne dass eine Dissonanz entstände, braucht, wenn man einmal das Gesetz der Oktavenerweiterung als gegeben zu Grunde legt, nicht mehr als besonderes Gesetz ausgesprochen zu werden. Es folgt dann aus den entstehenden Zahlenverhältnissen in Verbindung mit dem Erweiterungsgesetz. Die Quinte ergiebt z. B. durch Verdoppelung eine None, und diese besitzt zufolge des Erweiterungsgesetzes die Dissonanz der Sekunde. Es ist also nur selbstverständlich, dass, wenn das Erweiterungsgesetz für die Oktave gilt, es auch nur für sie gilt.

Dieses Gesetz giebt daher der Oktave eine ganz eigenartige Stellung, so dass man wohl sagen kann, sie unterscheide sich mindestens ebenso „spezifisch" von den übrigen Konsonanzen, wie die Konsonanzen von den Dissonanzen. Eine Erklärung dieses Verhaltens aber, eine tiefere Begründung des Erweiterungsgesetzes, scheint vorläufig nicht möglich zu sein. Könnten wir überhaupt die Verschmelzungserscheinungen weiter zurückführen, so würden wir dann wahrscheinlich auch hierfür den Grund finden. Für die, welche Oktaventöne als identische Töne definiren, bedarf das Gesetz natürlich überhaupt keiner Erklärung; aber dieser Anschauung konnten wir eben nicht folgen.[2]

---

[1] Auch bei 4 : 7 gegenüber seiner Umkehrung 7 : 8 scheint es ähnlich zu sein. Während das erste Intervall noch einigermassen den Konsonanzen nahesteht, dürfte das letzte schwerlich von Jemand dazu gerechnet werden, und es liegt vielleicht hierin zugleich auch ein weiterer Grund für die Ausschliessung von 4 : 7 aus der Zahl der Konsonanzen; denn bei den übrigen Konsonanzen ergiebt auch die Umkehrung noch ein konsonantes Intervall.

[2] Eine Art von logischer oder naturphilosophischer Ableitung des Erweiterungsgesetzes versuchte Hugo Riemann, Ueber das musikalische Hören (auch u. d. T. Musikalische Logik) 1874, S. 18. Musikalische Syntaxis, 1877, S. 10. Diese etwas scholastizirende Deduktion wird der scharfsinnige Autor wohl selbst nicht mehr anerkennen.

Ptolemaeus verglich diese Eigenschaft der Oktaven mit der Zehnzahl im dekadischen System, und auch Spätere gebrauchen öfters diese Vergleichung. Aber abgesehen davon, dass eine Erklärung damit nicht gegeben ist und sein soll, darf auch der wesentliche Unterschied nicht übersehen werden, dass das dekadische System durch ein anderes ersetzt werden

9. Aus dem Gesetz der Erweiterung ergiebt sich nun eine Konsequenz hinsichtlich der sogenannten Oktaventransposition, und es wird dadurch eine in den früheren Betrachtungen über die Verwandtschaft der Töne (unter 3) vorläufig eingeführte Voraussetzung gerechtfertigt, dass nämlich durch Versetzung eines Tones in andere Oktaven seine Verwandtschaft zu einem gegebenen Ton nicht verändert wird. Wenn wir also von *c* durch zwei Quintenschritte zu d^1 gehen und den gefundenen Ton in die tiefere Oktave setzen (*d*), so entsteht dadurch nicht eine Verwandtschaft dritten Grades, sondern sie bleibt zweiten Grades, ebenso wie wenn wir von *c* durch eine aufsteigende Quinte und absteigende Quarte zu demselben Ton gelangen; und auch die Stärke der Verwandtschaft wird nicht geändert. Die pythagoreische Ableitung der Terz ergiebt hiernach nicht eine Verwandtschaft sechsten Grades, sondern nur vierten Grades. Es ist wohl auch bei den Verwandtschaftsberechnungen meistens nicht anders angenommen worden; aber man muss sich vergegenwärtigen, dass diese Voraussetzung nur dann zulässig ist, wenn man das Erweiterungsgesetz in der obigen strengen Form zu Grunde legt. Zum mindesten würde sich sonst die Stärke der Verwandtschaft durch jede Oktaventransposition verringern; nach der einen der oben besprochenen Anschauungen (wonach die Töne der erweiterten Intervalle nur indirekt verwandt wären) würde aber auch der Grad der Verwandtschaft mit jeder Oktave in den nächstentfernteren Grad übergehen.

---

könnte, während die „Erweiterung“ um ein anderes Intervall absolut undurchführbar ist.

Tartini allerdings hat einmal die seltsame Meinung ausgesprochen, dass es sich auch bei der Oktave mehr um ein blosses Herkommen als um Naturnothwendigkeit handle (Trattato di musica 1754, p. 74: più per uso che per ragione). Man muss diese Schrulle — anders kann man den Gedanken nicht bezeichnen — dem grossen Musiker und Theoretiker zu Gute halten.

Achtes Kapitel.

Ueber die dualistische Konsonanzdefinition und die Lehre von der Klangvertretung.

Wir kehren nun noch einmal zur Kritik zurück, um eine geistreich erdachte und ansprechend durchgeführte Anschauung zu würdigen, deren Grundgedanken bereits im 16. Jahrhundert von ZARLINO, dem Vater der modernen Harmonielehre, ausgesprochen, im vorigen Jahrhundert von RAMEAU und TARTINI weitergeführt, in der neueren Zeit von MORITZ HAUPTMANN aufgenommen und dann durch verschiedene Schriftsteller, am ausführlichsten von A. v. OETTINGEN und HUGO RIEMANN zu einer durchgebildeten Musiktheorie entwickelt wurden. Der Grundgedanke besteht darin, dass der Dur- und der Molldreiklang sich wie Spiegelbilder zueinander verhalten. Diese Idee, die zunächst vielleicht mit jedem Konsonanzbegriff verträglich scheint, hat ihre Anhänger gleichwohl zu einer ganz neuen Auffassung dieses Begriffes, zur sogenannten Klangvertretungslehre, hingedrängt. Die Betrachtungen hierüber werden sich uns jetzt einfacher und einleuchtender gestalten, als wenn wir sie an früheren Stellen eingeschaltet hätten. Und es wird zugleich das positiv Wahre dieser Anschauungen als eine Ergänzung zu den letzten Betrachtungen hinzukommen. Wir halten uns dabei an die Darstellung der beiden zuletzt erwähnten Schriftsteller.[1]

Hauptpunkte der Lehre.

1. Diese Theorie nimmt ihren Weg nicht vom Konsonanzbegriffe zum Verwandtschaftsbegriff, sondern umgekehrt. In der Definition der Verwandtschaft selbst legt OETTINGEN gegen HELMHOLTZ Gewicht darauf, dass der Wohlklang einer Tonkombination

[1] A. v. OETTINGEN, Harmoniesystem in dualer Entwickelung, 1866. HUGO RIEMANN hat seine Anschauungen in äusserst zahlreichen Schriften vertreten, zugleich allerdings mit manchen Modifikationen hinsichtlich der „Untertonlehre". Besonders kommen in Betracht: Musikalische Logik, 1874. Musikalische Syntaxis, 1877. Skizze einer neuen Methode der Harmonielehre, 1880. Natur der Harmonik, 1882. Handbuch der Harmonielehre, 1887. Katechismus der Harmonielehre, 1890. Katechismus der Akustik, 1891. Musiklexikon, 4. Aufl., 1894. Auch vgl. den Aufsatz: „Was ist Dissonanz?" im Deutschen Musikerkalender 1898.

und ihr Verwandtschaftsgrad durchaus voneinander zu trennen seien. Die Verwandtschaft (zunächst die direkte, auf die es hier allein ankommt) wird definirt mit Hülfe der Obertöne, bezw. Untertöne. Hierbei gehen aber OETTINGEN und RIEMANN einen verschiedenen Weg.

OETTINGEN benutzt nur die Obertöne, aber in doppelter Weise: c^1, e^1, g^1 sind Obertöne eines gemeinschaftlichen Grundtones (C); c^1, es^1, g^1 dagegen haben einen gemeinschaftlichen Oberton (g^3). Man wird auf dem Klavier leicht sehen, dass der gemeinschaftliche Grundton im ersten und der gemeinschaftliche Oberton im zweiten Fall symmetrisch zu den Dreiklangstönen liegen, gleich weit nach entgegengesetzten Seiten. Der Molldreiklang ist also ganz dasselbe wie der Durdreiklang, nur von entgegengesetzter Seite her betrachtet, wie denn auch die Reihenfolge der beiden darin vereinigten Terzen dieselbe ist, wenn man einmal von oben, das anderemal von unten kommt.

Verwandt (im ersten Grade) sind also nach OETTINGEN Klänge, welche entweder gleiche Theiltöne haben oder welche Theiltöne eines und desselben Grundtones sind. Die Eigenschaft eines Intervalls oder Akkords, als Bestandtheil eines Grundtones aufgefasst werden zu können, nennt OETTINGEN Tonizität und den entsprechenden Grundton tonischen Grundton oder Tonika; die Eigenschaft eines Intervalls oder Akkords hingegen, einen allen Tönen gemeinsamen Theilton zu besitzen, Phonizität und den entsprechenden Oberton phonischen Oberton oder Phonika.

RIEMANN setzt den Obertönen die Untertöne entgegen und kommt auf diesem Wege zu dem gleichen Ergebniss.



Sind c^1, e^1, g^1 Obertöne von C, so sind c^1, es^1, g^1 Untertöne von g^3. RIEMANN nennt auch wohl den ganzen ersten Dreiklang „Oberklang von C“, den zweiten „Unterklang von g^3“. Er weist darauf hin, dass eine Saite von der Schwingungszahl n nicht

bloss Saiten von den Schwingungszahlen $2n$, $3n$ u. s. w. (Obertöne), sondern auch solche von den Schwingungszahlen $n/_2$, $n/_3$ u. s. w. in Mitschwingungen versetzen und dass dies auch in der Ohren-Klaviatur stattfinden müsse. Er glaubte früher solche Untertöne auch wirklich zu hören. Später allerdings ist er davon zurückgekommen, wie sie denn in der That nicht zu hören sind.[1] Die mitschwingenden Saiten $n/_2$ u. s. w. schwingen nur in Abtheilungen mit, deren jede der erregenden Saite gleich ist und den Ton dieser Saite, nicht aber einen tieferen Ton hören lässt. Dennoch meint RIEMANN wenigstens diese rein physikalische Thatsache, dass tiefere Saiten auf höhere mitschwingen, zur Stütze der Untertonlehre benützen zu können. Freilich ist nicht abzusehen, wie im Bewusstsein ein Verwandtschaftsgefühl für zwei Töne zu Stande kommen soll durch einen dritten, der für das Bewusstsein gar nicht vorhanden ist.

Eine andere Stütze findet aber RIEMANN noch in den Kombinationstönen, auf die bereits TARTINI seine dualistische Auffassung gegründet hatte.[2] Diese liegen ja in der That unter den primären Tönen und sind für das Ohr wirklich vorhanden. Aber das Unglück will es, dass nur der Durakkord einen gemeinschaftlichen Kombinationston hat, welcher dem gesuchten Unterton entsprechen würde: die beiden Terzen nämlich, c^1—e^1 und e^1—g^1, haben einen gemeinschaftlichen Kombinationston C, ebenso wie sie selbst aus gemeinschaftlichen Obertönen dieses Tones bestehen. Dagegen der Molldreiklang c^1—es^1—g^1 lässt mehrere verschiedene Kombinationstöne hören, die den Differenzen seiner Verhältnisszahlen 10, 12 und 15 untereinander entsprechen, und noch andere.[3]

Aber was sollen überhaupt die Kombinationstöne nach der dualistischen Theorie für das Moll? Die Theorie braucht ja

[1] Vgl. *Tonpsych.* II, 264 f. In dem „Katechismus der Akustik" (1891) glaubt RIEMANN sogar einen deduktiven Beweis führen zu können, dass die Untertöne aus physikalischen Gründen nicht möglich sind. Der Beweis scheint mir nicht gelungen zu sein, aber es genügt schon, wenn sie thatsächlich nicht zu hören sind. Einen strengen Beweis für ihre Unmöglichkeit können wir erst dann liefern, wenn wir den physiologischen Mechanismus des Hörens genau kennen.

[2] Von den ebenfalls angezogenen „Klirrtönen" dürfen wir hier wohl absehen.

[3] Vgl. M. MEYER's Aufsatz über Differenztöne im folgenden Heft, S. 28.

nicht einen gemeinschaftlichen Unterton der drei Molltöne, sondern diese drei Töne selbst sollen die gemeinschaftlichen Untertöne eines über ihnen gelegenen Tones g^3 sein. Dass aber g^3 für sich allein diese drei Töne als Kombinationstöne hervorbrächte, wäre ein vollkommener Unsinn. Ich sehe also nicht, wie RIEMANN die Kombinationstöne für seine Zwecke verwenden will. Und so scheint mir die Betrachtungsweise OETTINGEN's der Theorie günstiger. Denn mit Untertönen, die man sich als eine blosse Fiktion nach Analogie der Obertöne ausdenken könnte, lässt sich doch eine Theorie nicht begründen. Wir halten uns daher des weiteren in der Darstellung und Diskussion an die OETTINGEN-sche Form der Lehre, jedoch mit Berücksichtigung der sonstigen Ergänzungen RIEMANN's hinsichtlich der Durchführung.

2. Fahren wir zunächst in der Darstellung fort. Mit der ersten These, der Definition der Verwandtschaft, hängt eng eine zweite zusammen, wodurch sich die Lehre OETTINGEN's von der HELMHOLTZ' nicht minder wesentlich als durch das dualistische Prinzip unterscheidet, die aber gewöhnlich nicht so in den Vordergrund gestellt oder ganz übersehen wird: nach OETTINGEN kommt es bei der Auffassung der Verwandtschaft auf die reelle Existenz der Obertöne nicht an.[1]

Wenn wir den Durdreiklang c^1—e^1—g^1 hören, hören wir die Töne augenblicklich nicht als Obertöne von C (dass dieses als Differenzton miterklingt, ist für OETTINGEN nebensächlich). Wir können sie also nur auf Grund der Erinnerung auf C als Grundton beziehen, nachdem wir oft genug erfahren haben, dass sie in diesem enthalten sind.

Bei der phonischen Verwandtschaft der Molltöne können wir unter Umständen allerdings g^3 als gemeinsamen Oberton wirklich hören. Aber wenn es sich um obertonlose Klänge handelt, muss auch hier Erinnerung helfen, nach dem Prinzip, dass „jeder Partialton eines Klanges nachher ein im Gedächtniss vorhandener Ton ist.“[2]

---

[1] S. 40f., 47, bes. 52. OETTINGEN selbst hat diese These nicht so einheitlich zusammenhängend vorgetragen und an den Hauptstellen einige für mich nicht zu beseitigende Dunkelheiten gelassen.

[2] S. 47, zunächst zur Erläuterung der HELMHOLTZ'schen Lehre gesagt, aber auch als Grundlage der eigenen, wenn ich recht verstehe.

OETTINGEN schliesst auch weiter, dass die Stärke der Verwandtschaft (also z. B. die stärkere Verwandtschaft der Quintentöne gegenüber den Terztönen) unabhängig sei von der Stärke der Obertöne. Sie ist nur bestimmt durch die Ordnungszahlen der Obertöne. Welche funktionelle Beziehung aber zwischen den Ordnungszahlen der koinzidirenden Theiltöne und den Verwandtschaftsgraden besteht, das „dürfte sehr schwer zu finden sein.“ [1]

3. Die Brücke vom Verwandtschafts- zum Konsonanzbegriff bildet nun das Prinzip der Klangvertretung.[2] Der Einzelklang *C*, welcher, in idealer Vollständigkeit gedacht, die sämmtlichen Theiltöne enthält, die Multipla seines Grundtones darstellen, kann durch eine bestimmte charakteristische Gruppe von Theiltönen „vertreten“ werden; d. h. wenn wir diese Töne hören, verstehen wir sie als Elemente des Gesammtklanges, beziehen sie auf diesen, auch wenn wir den Grundton nicht aktuell hören, und sie erhalten durch diese gemeinschaftlichen Beziehungen eine einheitliche Verknüpfung untereinander. So sind die Töne des Durakkordes c^1—e^1—g^1 charakteristisch für den Einzelklang *C*, dessen vierten, fünften und sechsten Theilton sie bilden. Umgekehrt können wir aber auch mehrere Töne auf einen gemeinschaftlichen Oberton beziehen, wie beim Molldreiklang.

Wenn und insofern mehrere Töne sich auf einen gemeinschaftlichen Grundton oder Oberton beziehen lassen, nennen wir sie konsonant, und zwar je nachdem tonisch oder phonisch konsonant. Dissonanz hingegen ist das gleichzeitige Bestehen zweier oder mehrerer Klänge[3], d. h. die Verbindung mehrerer Töne, die nicht auf einen gemeinschaftlichen Grundton oder Oberton bezogen werden können. So beruht die Dissonanz von c^1—e^1—gis^1 auf dem gleichzeitigen Bestehen des *C*- und des *E*-

---

[1] S. 53. In der Anmerkung entwickelt OETTINGEN eine Hypothese, welche aber auf blosse Zahlenspekulationen hinausläuft und die er selbst nicht befriedigend findet.

[2] S. 2. Der eigentliche Urheber der neuen Klangvertretungslehre ist HELMHOLTZ, aber er hat sie nur für den Durdreiklang durchgeführt (im 15. Abschnitt seines Werkes).

[3] S. 228. Unter „Klang“ ist hier immer ein aus Grundton und Obertönen bestehender Toncomplex verstanden.

Klanges; da c^1 und e^1 in jenem, e^1 und gis^1 in diesem, alle drei zugleich aber nicht in einunddemselben Klange vorkommen.

Hieraus ergiebt sich: a) dass Zweiklänge niemals eindeutig als konsonant oder dissonant zu bezeichnen sind (S. 224, 230). e^1, g^1 kann Bestandtheil des *C*-Klanges sein, aber auch ebenso gut auf den gemeinsamen Oberton h^3 bezogen werden. Dagegen c^1—e^1—g^1 kann nur tonisch, als Bestandtheil von *C*, verstanden werden, c^1—es^1—g^1 nur phonisch, vermittelst des Obertons g^3. Daher führt Oettingen überhaupt den Begriff konsonant und dissonant in seinem Werke nur zugleich mit dem Begriffe des Dreiklanges ein (S. 35 f.).

b) Aber auch die beiden konsonanten Dreiklänge sind nicht unbedingt konsonant. Vielmehr ist der Durdreiklang phonisch dissonant und der Molldreiklang tonisch dissonant; denn wir scheitern, wenn wir c^1—e^1—g^1 auf einen gemeinschaftlichen Oberton oder c^1—es^1—g^1 auf einen gemeinschaftlichen Grundton beziehen wollen.

4. Endlich ist es eine von den Vertretern der Lehre mit besonderem Nachdruck betonte Konsequenz, dass der Hauptton des Molldreiklanges nicht wie beim Dur im tiefsten, sondern im höchsten Ton des Dreiklanges liegt. Das sogenannte *C*-Moll ist eigentlich *G*-Moll. Denn Hauptton ist natürlich derjenige, auf welchen alle übrigen bezogen werden, durch den sie ihre einheitliche Verknüpfung empfangen. Dies wäre nun zunächst überhaupt nicht ein Ton des Dreiklanges selbst, sondern ein viel tiefer oder höher liegender; aber gemäss dem Prinzip der Identität oder Aequivalenz der Oktave (welches von Oettingen vorausgesetzt, von Riemann als besondere unzurückführbare Thatsache hervorgehoben wird) ist derjenige Ton des Dreiklanges, der die höhere oder tiefere Oktave jenes Haupttones bildet, gleichfalls als Hauptton anzusehen, also beim Mollakkord c^1—es^1—g^1 der Ton g^1, die bisher sogenannte Dominante.

Man will zwar die Bezeichnung „Grundton" für c^1 nicht abschaffen, aber sie bedeutet für die Dualisten nur eben „tiefster Ton des Dreiklangs", und einer muss ja der tiefste sein. Seine Funktion hat er durchaus an g^1 abgetreten. Und selbst der tiefste ist er nur im Dreiklang, nicht in der Leiter; denn die sogenannte *C*-Moll-Leiter geht für den Dualisten von g^1 bis *g*, vom Hauptton abwärts bis zu seiner tieferen Oktave.

Hieraus erklärt die dualistische Theorie den Gefühls-

charakter der beiden Tongeschlechter: den kräftig aufsteigenden des Dur und den „wie eine Trauerweide“ sich herabsenkenden des Moll (HAUPTMANN's Gleichniss). Die gesammte Akkord- und Modulationslehre, auch die technische Bezeichnungsweise der Akkorde an Stelle der überlieferten sogenannten Generalbassbezeichnung wird hierauf begründet.

Wie wir sehen, führt die neue Lehre, während sie anscheinend nur eine Ergänzung zu der HELMHOLTZ'schen hinzufügt und sie gleichzeitig von der reellen Existenz der Obertöne unabhängig, also vertheidigungsfähiger macht, in ihrer Durchbildung zu einer vollkommenen Umgestaltung des Konsonanzbegriffes und zum schärfsten Widerspruch gegen die traditionellen Anschauungen im Kreise der praktischen Musiker. Leider ist sie aber, wenn ich recht sehe, nicht bloss mit der traditionellen Theorie, was wenig zu sagen hätte, sondern auch mit den Thatsachen des musikalischen Bewusstseins selbst, die den ersten und letzten Prüfstein jeder Theorie bilden müssen, in offenem Widerspruch, und überdies nicht einmal in sich selbst konsequent.

Kritik.

5. Vor allem kann ich von einer Beziehung der Dreiklangtöne auf irgend etwas ausser ihnen, einen höher oder tiefer liegenden Ton, nichts bemerken. Kein Unbefangener wird zugeben können, dass er bei c^1—e^1—g^1 nothwendig das C mitvorstellt oder gar bei c^1—es^1—g^1 das hohe g^3. Ist C wirklich vorhanden (was nur der Fall ist bei gleichzeitigem Hören, wo dann aber wieder der Differenzton nicht als gemeinschaftlicher durch's blosse Ohr erkannt werden kann), so tragen doch die Dreiklangstöne ihre einheitliche Verknüpfung in sich selbst. Diese wird wahrgenommen, ohne dass der Differenzton vorher wahrgenommen wäre; und wenn er einmal wahrgenommen wird, so wird er eben als ein weiterer konsonanter Ton, als tiefere Oktave des Grundtones c^1 aufgefasst, nicht anders als wenn irgend eine höhere Oktave von c^1 hinzukäme. Man wird sich allenfalls freuen, wenn in Gestalt des Differenztons ein so würdiger Bass ungerufen aus der Versenkung kommt und dem Grundton des Dreiklangs noch mehr Folie giebt, gleichsam als Grossvater dieser heiligen Familie, aber man wird nicht zugeben, dass er unentbehrlich sei,

um den einheitlichen Klang und die Zusammengehörigkeit der Dreiklangstöne selbst zu würdigen.

Aehnliches gilt beim Molldreiklang für das g^3, nur dass man dieses mit dem besten Willen weder als Stammvater noch als Enkel auffassen wird. Es ist für das musikalische Gehör ganz einfach überflüssig. „Ruhig mag ich Euch erscheinen, ruhig gehen sehn."

6. Ferner scheint es mir keine Verbesserung der HELMHOLTZschen Lehre, die Theorie der Verwandtschaft mit ihm auf die Obertöne zu gründen, aber zugleich das reelle Vorhandensein und die Stärke derselben im einzelnen Fall als irrelevant zu bezeichnen, und die Erinnerung an die Obertöne, die für HELMHOLTZ einen Nothbehelf im Fall obertonloser Klänge bildet, zu dem psychologischen Hauptfaktor des Verwandtschaftsbewusstseins zu machen; wie dies freilich in Konsequenz von OETTINGEN's Lehre geschehen muss. Wir sahen, dass schon bei HELMHOLTZ der Nothhelfer die Sache nur schlimmer macht; dasselbe gilt hier in verstärktem Masse. Es widerspricht aller Psychologie, dass „jeder Partialton nachher ein im Gedächtniss vorhandener Ton sei". Damit etwas im Gedächtniss reproduzirt werden kann, ist erforderlich, dass es seinerzeit im Gesammteindruck irgendwie bemerkt war.[1] Der Akustiker, der sich auf das Heraushören der Obertöne eingeübt und über die Zusammensetzung der Klänge Erfahrungen gemacht hat, kann wohl durch c^1—e^1—g^1 an C und dessen Zusammensetzung erinnert werden, zur Noth auch bei c^1—es^1—g^1 an ihren gemeinschaftlichen Oberton g^3 (obschon ich es genau gesprochen für ziemlich schwierig halte, das tiefe C und das hohe g^3 deutlich vorzustellen, oder gar, wenn wir c—e—g hören, C_1, und wenn wir c^3—es^3—g^3 hören, g^5). Aber wie viel tausend Musiker wissen überhaupt nichts von Obertönen — die ganze alte Welt wusste nichts davon —, können sich also auch nicht daran erinnern, vermögen aber die Konsonanz so gut zu erkennen wie die besten Akustiker.

So richtig es ist, dass das sogenannte musikalische Hören viel mehr Gedächtniss- und Denkleistung einschliesst als man gewöhnlich annimmt: gerade hier bei der Erfassung der Konsonanz

---

[1] Vgl. *Tonpsych.* II, S. 360 f. Sollte einer vielleicht Ausnahmen von dieser Regel für möglich halten: in keinem Fall wird doch OETTINGEN's Behauptung in ihrer positiven und allgemeinen Form auf Zustimmung rechnen können.

und Dissonanz dürfen wir nicht zu diesem Erklärungsmittel greifen, hier kann nur eine direkt sinnlich wahrnehmbare Eigenthümlichkeit Ursache sein.

Infolgedessen fehlt psychologisch die Brücke zwischen der Ordnungszahl der Theiltöne und dem Verwandtschaftsurtheil. Man sieht nicht ein, wie aus der ersteren Thatsache die zweite hervorgehen soll. Diesen Mangel scheint Oettingen auch selbst an der Stelle empfunden zu haben, wo er zugesteht, dass die funktionelle Beziehung zwischen den Ordnungszahlen der koinzidirenden Theiltöne und dem Verwandtschaftsgrad schwer zu finden sei. Sobald die auf Obertöne gegründete Verwandtschaftslehre die reelle Existenz und Stärke der Obertöne im einzelnen Fall als irrelevant ansieht, verliert sie ihre einzige feste Grundlage. An die Stelle wirklicher Erklärungen tritt nun ein blosses Zahlenspiel. Denn die Obertöne sind dann für die Verwandtschaftsberechnung weiter nichts als die abstrakten Multipla der Schwingungszahlen. Oettingen spricht die Hauptregel der Verwandtschaft so aus: „Der Generalnenner der Brüche, welche das Schwingungsverhältniss der Töne darstellen, giebt den tonischen Grundton, der Generalzähler den phonischen Oberton.“ Gut also, da es auf die Realität der Obertöne nicht ankommen soll, so können wir für tonischen Grund- und phonischen Oberton schlechtweg Generalnenner und Generalzähler setzen und die ganze Lehre von den Obertönen ruhig beiseite lassen. Das Verständniss des psychologischen Herganges ist durch sie nicht zu gewinnen, und für die Formulirung der Thatsachen ist sie überflüssig. Wir erhalten eine besondere Form der Verwandtschaftsberechnung, komplizirter, vielleicht auch zureichender, als die der Pythagoreer; aber wir erhalten keine Theorie.

7. Mit dem, was wir unter 5. bemerkten, ist zugleich gesagt, dass wir das Prinzip der Klangvertretung nicht als ein psychologisch richtiges anerkennen. So wahr es ist, dass das Bewusstsein des gegenwärtigen durchgebildeten Musikers jeden Einzelklang als Theil eines Akkordes auffasst, so unrichtig ist es, dass jeder Akkord umgekehrt auf einen Einzelklang bezogen und nur dadurch verstanden würde. Diese Klangvertretungslehre ist nicht durch die Beobachtung und Analyse des musikalischen Bewusstseins gewonnen, sondern lediglich durch die Reflexionen mathematischer Akustiker, denen das Vorkommen des Dreiklanges in der Obertonreihe eines Einzelklanges (notabene

wenn die Obertonreihe lückenlos ist) zu merkwürdig erschien, als dass man daraus nicht für die Erklärung der Konsonanz Kapital schlagen sollte. Aber die vollständige Reihe der Partialtöne mit regelmässig abnehmender Intensität ist ja selbst nur ein Grenzfall, und überdies giebt es ausser den in einfachen rationalen Zahlenverhältnissen stehenden Beitönen noch andere, die sogenannten unharmonischen — und wodurch unterscheiden sich nun diese von jenen für das Ohr? Wenn man nicht in eine petitio principii verfallen will, wird man sagen müssen: Wir nennen nicht den Dreiklang konsonant, weil seine Töne gewissen Obertönen eines Klanges entsprechen, sondern wir nennen gewisse Obertöne harmonische (konsonante) Obertöne, weil sie konsonanten Einzeltönen entsprechen.

8. Das schlimmste ist nun aber, dass das Prinzip der Klangvertretung gerade beim Moll, auf dessen befriedigende Erklärung die dualistische Theorie ausdrücklich zugespitzt ist, versagt. Welchen Einzelklang vertritt denn der Dreiklang c^1—es^1—g^1? den des phonischen Obertons g^3? Das müsste man nach Analogie des Dur erwarten. Ebenso wie c^1—e^1—g^1 den Einzelklang C vertritt, worin diese Töne als Theiltöne enthalten sind, ebenso muss c^1—es^1—g^1 den Einzelklang g^3 vertreten. Aber der g^3-Klang wäre dieser: g^3, g^4, d^5, g^6, h^6 u. s. w. Darin sind jene doch nicht enthalten.

Dieser Umstand ist es offenbar, der RIEMANN zu seiner Untertonlehre trieb; denn hiernach ist allerdings in g^3 der Molldreiklang in Form von Untertönen enthalten, ganz ebenso wie in C der Durdreiklang in Form von Obertönen. Dadurch wird erst wirklich die Symmetrie hergestellt. Aber wir haben bereits gesehen (1.), dass uns die Untertonlehre selbst wieder in Konflikt mit den Thatsachen bringt. Und so scheint mir die dualistische Theorie gerade im Hauptmoment ihres Triumphes flügellahm zu werden.

Ich habe mich ehrlich bemüht, OETTINGEN's Lehre hierin gerecht zu werden, da ich nicht glauben konnte, dass ein sonst so konsequent durchgeführtes System an einer Unklarheit des Hauptpunktes leide. Aber ich bin nicht zu einem befriedigenden Verständniss gelangt. Dass der einfache Ton g^3 in den Molldreiklangstönen enthalten ist oder sein kann, ist offenbar; aber wie soll dies zu einer Klangvertretung führen? Man kann es sinnvoll finden, dass ein Gesammtklang C, aus vielen Theilen

bestehend, durch einige davon vertreten wird. Aber was soll es heissen, dass ein hohes Einzeltönchen g^3 durch drei Gesammtklänge, in denen es gemeinschaftlich vorkommen kann, „vertreten“ werde? Kann man sagen, dass ein chemisch einfacher Stoff durch drei Verbindungen vertreten wird, in denen er sich gleichermaassen findet, oder dass ein Beamter durch drei Kollegien vertreten wird, denen er angehört? Oder soll „Vertretung“ in unserm Fall nur eben der Ausdruck für die Thatsache sein, dass uns der Dreiklang c^1—es^1—g^1 an den Theilton g^3 erinnert? Ich meine, abgesehen von der Bedenklichkeit der Erinnerungstheorie, dass uns diese Eigenschaft des Molldreiklanges sehr gleichgültig sein könnte und schwerlich ein starkes Band der Einheit zwischen den drei Tönen in unserm Bewusstsein herstellen würde, wenn diese sonst nichts miteinander zu thun hätten. Beim Dur mag man die Zugehörigkeit zu einunddemselben vielfach vorkommenden Tonkomplex mit starkem Grundton, der alle seine Trabanten gleichsam zusammenhält, immerhin als eine Art von geistigem Band unter den drei Tönen ansehen, besonders wenn man auf Gleichnisse wie das eben erwähnte Gewicht legen will. Aber wie das Mittönen und vollends die Erinnerung an ein früheres Mitgetönthaben eines entfernten dünnen Obertons drei gegenwärtige starke Einzeltöne untereinander verknüpfen und eine Verwandtschaft engster Art unter ihnen begründen soll, — das ist schwer abzusehen.

Man müsste nun vielleicht folgende Wendung versuchen: Im Dur-Falle vertreten drei Einzeltöne einen tieferen Klang, in welchem sie als Theiltöne enthalten sind; im Moll-Falle vertritt ein hoher Einzelton drei Klänge, in denen er als Einzelton enthalten ist. Der Dreiklang *vertritt* hier also nicht, sondern *wird* vertreten. So hat OETTINGEN selbst das Verhältniss *nicht* formulirt. So entspräche es aber auch nicht seiner Intention und den Grundsätzen der Klangvertretungslehre. Die drei Töne, welche wir hören, sollen in allen Fällen als Klangvertreter eines hinzuzudenkenden Gesammtklanges, niemals als *Vertretene* aufgefasst werden, im Moll wie im Dur. Der Gegensatz soll nur darin liegen, dass im einen Fall ein tonischer Klang, im anderen ein phonischer Klang durch sie vertreten wird.[1] Was für einen

---

[1] Vgl. OETTINGEN S. 2: „In der Anschauung, die *Akkorde als Vertreter von Klängen* anzusehen, d. h. im Prinzip der Klangvertretung

Sinn hätte es denn auch, einen „Vertreter" hinzuzudenken, wenn wir die drei Töne selbst gegenwärtig haben?

Wie man also auch die Sache wenden will, es kommt keine Klarheit hinein, und HELMHOLTZ dürfte wohl gewusst haben, warum er von der Klangvertretung nur beim Dur Anwendung machte.

9. Halten wir uns nun an das Dur, wo das Prinzip der Klangvertretung verständlich ist, so müssen wir die Frage aufwerfen, warum denn unter den Theiltönen nur der vierte, fünfte und sechste den Vorzug geniessen sollen, Vertreter des Gesammtklanges zu sein. Der zweite, dritte, achte, zehnte, zwölfte bringen allerdings nach dem Prinzip der Oktavenäquivalenz nichts Neues. Aber der siebente, neunte, elfte, dreizehnte? — Hierauf findet sich eine Antwort bei RIEMANN: der siebente Oberton [1] weicht nur um ein geringes ab vom neunten Unterton, und der neunte Oberton wieder nur um ein geringes vom siebenten Unterton. Ebenso stimmt der elfte Oberton mit dem dritten Unterton, der dreizehnte mit dem fünften u. s. w. nahezu überein. Sie würden daher, in die gemeinschaftliche Oktave transponirt, zu nahe aneinander gerathen und zu leicht unter sich oder mit den bereits feststehenden verwechselt werden.

Hieraus kann man verstehen, warum sie aus der Melodie ausgeschlossen werden. Aber immerhin müsste z. B. ein Dreiklang aus dem siebenten, achten und neunten Theilton, welche in vielen musikalischen Klängen noch von erheblicher Stärke und oft sogar leichter wahrnehmbar sind als die darunter liegenden, oder auch der Dreiklang 5 : 8 : 11 oder 7 : 9 : 11 oder 9 : 11 : 13 oder 5 : 9 : 13 als Vertreter des Gesammtklanges wohl verständlich, also ex definitione konsonant sein. Man sieht nicht ein, warum diese Dreiklänge nicht auch Anspruch haben sollten, im Reichsrath der Akkorde das Gebiet des grossen *C* zu vertreten. Aber nun h ö r e man sie! Man wird sich schwerlich entschliessen, hier noch von Konsonanz zu reden. HELMHOLTZ könnte den Ausschluss solcher Klänge aus der Klangvertretung

---

liegt die geeignete Grundlage für eine rationelle Theorie der Musik." S. 64: „Unter Phonalität verstehe ich das Prinzip, demzufolge die Gesammtmasse der Töne (eines Mollsystems) aus einer phonischen Klangvertretung entsprungen. Den Schwerpunkt des Systems nenne ich die Phonika."

[1] Hierbei nummeriren wir mit RIEMANN die Obertöne so, dass der Grundton als erster Oberton gerechnet wird, und analog bei den Untertönen.

noch wenigstens theilweise motiviren, indem er auf die (freilich schwachen und nur in höherer Lage merklichen) Schwebungen hinwiese; aber OETTINGEN, der sich in der richtigen Erkenntniss, dass diese Erklärung nicht genügt, prinzipiell von der Rücksicht auf den Wohlklang und die Schwebungen lossagt, hat sich damit auch eine solche partielle Rechtfertigung abgeschnitten. Er spricht von vornherein von Klängen nur im Sinne der Klänge mit harmonischen Obertönen, als wenn die Theiltöne vom siebenten an gar nicht vorhanden wären.

10. Die Konsequenz der Lehre, dass bei Zweiklängen wegen ihrer Mehrdeutigkeit von Konsonanz nicht eigentlich gesprochen werden kann, steht im offenbaren Widerspruch mit dem gesammten musikalischen Bewusstsein seit den ältesten Zeiten. Der Unterschied von Konsonanz und Dissonanz und von den verschiedenen Graden der Konsonanz ist immerdar auch schon bei Zweiklängen beobachtet worden. Mag daher durch die neue Theorie was immer erklärt sein: den Unterschied, welchen man von jeher mit den genannten Ausdrücken bezeichnet hat, erklärt sie nicht, da sie durch ihre eigene Konsequenz gezwungen ist, ihn zu leugnen, wo er nach allgemeinem Urtheil vorhanden ist.[1]

Ein nicht weniger eklatanter Widerspruch gegen das Musikbewusstsein ist es, dass ein konsonanter Dreiklang durch den blossen Wechsel der Auffassung oder des Standpunktes dissonant werden könnte. Durch keine geistige Operation wird es gelingen, c^1—e^1—g^1 als Dissonanz zu vernehmen; es sei denn, dass wir durch Hinzuphantasiren eines beliebigen vierten Tones, der mit einem oder mehreren der Dreiklangtöne dissonirt, einen Vierklang in Gedanken daraus machen, wobei es sich dann eben nicht mehr um c^1—e^1—g^1, sondern etwa um c^1—e^1—g^1—h^1 handelt. Gerade das Hinzudenken von g^3 aber, durch welches c^1—e^1—g^1 nach der dualistischen Lehre dissonant werden müsste, hat diese Wirkung entschieden nicht,

[1] RIEMANN äussert sich nicht ganz gleichmässig über diesen Punkt. Im Artikel „Konsonanz" des Musiklexikons ist zuerst von „zweien oder mehreren" Tönen die Rede, dann in der Erläuterung nur von Akkorden, endlich aber selbst von einem einzigen Ton, der konsonant genannt werde. Aber man versteht immer die Meinung: dass das Wesentliche in der Beziehung auf einen einheitlichen Akkord und zuletzt auf einen Gesammtklang bestehe.

ebensowenig wie das Hinzudenken von *C* zu c^1—es^1—g^1, weil diese Töne eben mit den beiden Dreiklängen konsoniren.

Ebenso wird es niemals gelingen, einen Durdreiklang als Moll und einen Molldreiklang als Dur zu hören, was gleichfalls nach dieser Theorie möglich wäre; denn wie OETTINGEN selbst zu Beginn seiner Dreiklangslehre hervorhebt, c^1—e^1—g^1 hat nicht bloss einen gemeinsamen tonischen Grundton, sondern auch einen gemeinsamen phonischen Oberton, wenn dieser auch um ein geringes weiter entfernt liegt (h^3). Ebenso hat c^1—e^1—g^1 auch einen gemeinsamen tonischen Grundton. Späterhin scheint OETTINGEN aber diesen Umstand zu vergessen und behauptet, dass solche Dreiklänge vollkommen eindeutig seien.

Dieser Uebelstand wird noch schlimmer dadurch, dass es nach OETTINGEN auf die Stärke des Obertones nicht ankommt; denn dann sieht man nicht ein, was es schaden soll, dass h^3 vom Durdreiklang c^1—e^1—g^1 zwei Töne weiter entfernt liegt als *C* auf der anderen Seite. Es müsste doch ebenso leicht sein, die Beziehung auf den einen wie den anderen Ton zu vollziehen. Und namentlich wenn wir z. B. h^3 kurz vorher oder gleichzeitig hören und dadurch unserer Vorstellungsfähigkeit zu Hülfe kommen, so müsste diese Art der Auffassung, also die Mollauffassung des Durdreiklanges, leicht gelingen.[1]

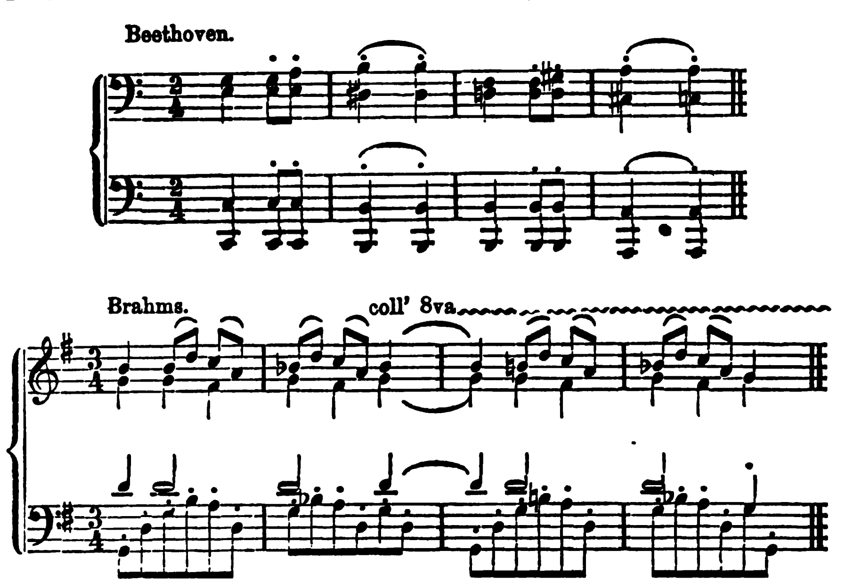
Durch diesen Umstand verschwindet die ganze Strenge des Gegensatzes, den die dualistische Theorie aufstellt, und geräth ihre ganze Akkord- und Modulationslehre in's Schwanken.

11. Endlich liegt zweifellos ein Widerspruch gegen unser Musikbewusstsein darin, dass im Molldreiklang der höchste Ton Hauptton wäre, dass er dort eine analoge Bedeutung hätte, wie die Tonika im Dur.[2] Setzen wir als Terz in der *C*-Tonart abwechselnd *e* und *es*, so bleibt doch *c* unverändert Hauptton und *g* Dominante. Ich wenigstens bemerke nichts

[1] Man kann nicht einmal sagen, Dur sei tonisch stärker, Moll phonisch stärker konsonant. Nach OETTINGEN giebt es wohl mehr oder weniger starke Verwandtschaft, aber nicht mehr oder weniger starke Konsonanz. Entweder sind in einem augenblicklich vorliegenden Tonkomplex mehrere Klänge gleichzeitig vertreten oder nur einer. Danach ist der Tonkomplex dissonant oder konsonant, ein Mehr oder Weniger giebt es nicht.

[2] Diese Idee ist übrigens nicht nothwendig an die Oberton- und Untertontheorie geknüpft, wie sie denn auch historisch von Manchen unabhängig davon vertreten wurde. Sie könnte also immer noch richtig sein, wenn jene falsch ist.

von einer so fundamentalen Aenderung der Auffassung. Und wie oft wechseln doch wirklich in unsern Tonsätzen Dur- und Mollterz innerhalb einer sonst unveränderten Melodie oder Harmonie miteinander: beständig müsste zugleich unsere Auffassung des Haupttones nach oben und unten umspringen. Denken wir an das bei älteren Variationen unvermeidliche „Minore", oder an Schubert's „Fremd bin ich eingezogen" (die zwei letzten Strophen) und überhaupt an die so gewöhnlichen Wiederholungen eines Dur-Themas in Moll oder umgekehrt, oder gar an den raschen Wechsel innerhalb eines Themas, wie in solchen Stellen:



an das Pendeln zwischen Moll und Dur, wodurch namentlich Schubert und Brahms stimmungsvolle Färbungen erzielen, kurz an tausend und abertausend Beispiele — es ist fast trivial, einzelne hervorzuheben. Die Psychologie unserer Musik zeugt so unzweideutig dagegen, dass ich vor diesem Missverständniss bedeutender Musikkenner wie vor einem unlösbaren Räthsel stehe. Die Stelle aus der Egmont-Ouverture



die Oettingen in Partitur anführt, lässt doch auch über *c* als Hauptton und *g* als Dominante keinen Zweifel.

Widerlegen kann man freilich Niemand, der für seine Person dies anders zu empfinden behauptet, und so kann die Annahme oder Ablehnung der Theorie von diesem Punkt aus gewissermassen nur durch Abstimmung erfolgen; aber es ist von Werth, dass die Fragestellung für die Abstimmung sich so einfach gestaltet, dass die Theorie hier zu einem Punkte führt, über welchen jeder Einzelne ohne gelehrte Reflexion — und je weniger durch sie beeinflusst, um so besser — sein Urtheil abgeben kann. Dürfen Partialabstimmungen durch Umfrage bei musikalisch Gebildeten als Ersatz der praktisch unmöglichen Gesammtabstimmung gelten, so ist mir die Ablehnung unzweifelhaft.

Trotz aller ästhetisch ansprechenden Konsequenzen also, die man aus dieser Molltheorie zieht: die Grundlage ist zu evident falsch, um durch irgend welche Erklärungen, die man darauf baut, gerechtfertigt werden zu können. Dies ist keine vera causa. „Die Symmetrie ist da für den Verstand, sie fehlt für die Empfindung.“[1]

In dieser Ueberzeugung wird man auch nur bestärkt, wenn man die Harmonisirungen auf Grund der neuen Lehre ansieht, durch welche OETTINGEN z. B. BEETHOVEN's „Schottische Lieder“ verbessert. So setzt er das bekannte Lied „Trüb, trüb ist mein Auge“, das mit den Tönen des aufsteigenden *D*-Durdreiklangs anhebt, in *H*-Moll, oder vielmehr nach seiner Auffassung *Fis*-Moll. Der Anfang lässt sich noch hören, man fühlt sich etwa an KÜCKEN's „Mädchen von Juda“ erinnert; aber solche Stellen:



[1] So bereits E. MACH in seinem Vortrag „Ueber die Symmetrie“ 1872 (abgedruckt in den „Populärwissenschaftlichen Vorträgen“), wo auch OETTINGEN's Idee kurz besprochen ist.

kann man doch nicht ohne Schaudern vernehmen. Wenn der Urheber der neuen Lehre, den ein Sachverständiger wie Riemann als vortrefflichen Musiker bezeichnet, seinem phonischen Geschlecht keine ansprechendere Verwendung zu geben weiss, dann wird er uns nicht dafür gewinnen. (Dass es überhaupt möglich ist, eine Dur-Melodie wie die ebenerwähnte durch Harmonisirung in Moll zu verwandeln, wird keinen Kundigen verwundern. Nichts ist leichter als z. B. „Heil Dir im Siegerkranz", wenn die Melodie in *C*-Dur geschrieben ist, mit *A*-Moll-Harmonien zu begleiten.)

Die Dualisten mögen vielleicht sagen, das zwar das gegenwärtige musikalische Bewusstsein ihnen Unrecht gäbe, dass sie aber eine Fortbildung im Sinn ihrer theoretischen Ueberzeugung erwarten, dass also die Symmetrie allmählich aus dem Verstand in die Empfindung übergehen werde. Solche Ideen und Hoffnungen über Zukunftsmusik können aber für die Interpretation der gegenwärtigen Musik nichts beweisen.

Uebrigens liesse sich, wie ich glaube, auch in dieser Beziehung eher noch das Umgekehrte vertreten, dass nämlich früher der Hauptton oben gelegen, aber allmählich immer ausschliesslicher in die Tiefe gerückt sei. Man könnte anführen, dass die Hauptleiter der alten Griechen, das dorische *E—e*, die genaue Umkehrung unserer *C*-Dur-Leiter ist, indem dort die Halb- und Ganztonstufen sich von oben nach unten in derselben Ordnung folgen wie beim *C*-Dur von unten nach oben; worauf denn auch Oettingen hinweist. Wir wollen hier nicht untersuchen, ob dies wirklich auf einer umgekehrten Auffassung des Tongebietes beruht. Nehmen wir's aber an, so würde uns eben damit die Geschichte lehren, dass der Entwickelungsprozess von der phonischen zur tonischen Auffassung fortgeschritten ist, also vermuthlich diese immer stärker zur Geltung bringen wird. Doch möchte ich dies nur als argumentum ad hominem betrachtet wissen.

Nicht Unrecht wird man Oettingen geben können, wenn er gegen die Einführung des erhöhten Leittones in manchen Volksliedern in der Moll-Tonart Einspruch erhebt. Aber dieses *g* in *A*-Moll braucht seine Berechtigung nicht aus einer phonischen Auffassung herzuleiten. Es hat andere Wurzeln: die drei Moll-Dreiklänge auf *a*, *d* und *e*, aus denen die *A*-Mollleiter abzuleiten ist, führen in der That nur zu *g*; *gis* ist durch Alteration daraus entstanden.

12. Wir kommen also zu dem Ergebniss, dass die Lehre von dem symmetrischen Verhältniss von Dur und Moll und die damit zusammenhängende Um- und Fortbildung der Obertonlehre die Widersprüche dieser Lehre mit den Thatsachen nicht vermindert sondern nur vermehrt. Die Obertöne können für die Theorie der Konsonanz auf keine andere Weise nützlich gemacht werden, als indem man sich endlich entschliesst, sie sammt den Untertönen bei der Erklärung der Grundphänomene einfach und definitiv bei Seite zu lassen.

Dennoch wird man auch diesmal, um gerecht zu sein, nicht verkennen dürfen, dass mancherlei richtige Beobachtung und manche von der bisherigen Tonlehre ungenügend erklärte Erscheinung zur dualistischen Lehre verführen konnte. Männer wie Zarlino, Tartini, Rameau, Hauptmann gehörten nicht bloss zu den scharfsinnigsten Theoretikern, sondern standen zugleich mitten im praktischen Musikleben ihrer Zeit, und man kann nicht annehmen, dass sie bloss durch theoretisch-mathematische Spekulation auf eine solche Idee gekommen wären.

Es liegt vor allem eine unleugbare Paradoxie darin, dass ein Charaktergegensatz wie er zwischen Moll und Dur besteht, durch die blosse Verrückung eines Tones um eine Halbtonstufe hervorgebracht wird. Dass durch dieses Mittel eine Konsonanz in eine Dissonanz übergeht, lehren tausend andere Fälle; aber hier scheint es sich nicht einmal um eine Verminderung der Konsonanz zu handeln und doch um einen Gegensatz, vergleichbar dem von Positiv und Negativ, Erhebung und Depression und dergleichen, wie denn auch die gebräuchlichen Ausdrücke selbst einen solchen Gegensatz andeuten. Goethe's Wort, worauf Riemann hinweist, über die „theoretischen Musikhansen", die keine bessere Erklärung des Mollakkords als die durch Erniedrigung der Durterz wissen (Brief an Zelter), drückt diese Paradoxie aus. Die Frage ist nur, ob die Lösung nicht doch auf einem anderen Wege als dem der Dualisten zu suchen ist; aber dass sie noch nicht genügend gegeben ist, muss man anerkennen.

Speziell für Oettingen lag wohl die nächste Veranlassung seiner Aufstellungen in der ungenügenden Molltheorie von Helmholtz, wonach im Moll nur eine Zusammenstellung von verwandten Tönen vorliegt, die aber durch kein zwingendes Band zusammengehalten ist und an Wohlklang manche dis-

sonante Zusammenstellungen nicht übertrifft. Diese Unterordnung des Molldreiklangs, der doch eine so grosse Rolle spielt, sollte nun beseitigt und in völlige Koordination verwandelt werden. Ja nach OETTINGEN kehrt sich die Rangordnung beinahe um, da der phonische Oberton in den meisten Fällen reell existirt, der tonische Grundton dagegen nur „virtuell" (S. 46).

So ist es vielleicht auch richtig beobachtet, dass in unserer Musik absteigende Wendungen besonders dem Moll gut anstehen, aufsteigende mehr dem Dur; wenn auch natürlich entgegengesetzte Beispiele tausendfältig sich darbieten und eine vergleichende Statistik darüber nicht vorliegt, auch schwer zu liefern wäre. Aber nehmen wir die Thatsache als gegeben, so wäre doch die Frage, ob wir es nicht vielmehr mit einer Folge des bereits entwickelten Gefühlscharakters beider Tongeschlechter zu thun haben, während der Dualismus umgekehrt den Gefühlscharakter als Folge aus der auf- und absteigenden Natur der Tongeschlechter herleitet. Immerhin begreift man, wieso manche Züge der wirklichen Musik die dualistische Lehre glaubwürdig machen konnten. Wenn man genauer zusieht, ist freilich der Zusammenhang zwischen dem „Trauerweidencharakter" des Moll und seiner Entstehung nach dualistischen Grundsätzen doch auch nur locker. Man könnte auch den umgekehrten Erfolg erwarten: wenn die Phonika, der erzeugende Ton, oben liegt, so muss, könnte man sagen, der Mollklang und die Mollmelodie eine Tendenz nach oben haben.

Es ist ferner eine wichtige und von den genannten Forschern mit Recht betonte Thatsache, die aber im Grunde weder mit der Klangvertretung noch mit dem Dualismus etwas zu thun hat, dass der gegenwärtige Musiker (vom gewöhnlichen Musikmenschen möchte ich es nicht so unbedingt behaupten) in Dreiklängen denkt, dass er jeden Ton und so auch jeden Zweiklang als Theil eines Dreiklangs (oder einer noch reicheren Tonkombination) auffasst.[1] Eine kleine Terz für sich allein ist in der That harmonisch mehrdeutig; sie kann z. B. der obere Theil eines Dur-, oder der untere Theil eines Molldreiklanges sein, und je nach der Auffassung wechselt sie vollständig ihren Gefühlscharakter. Diese Thatsache ist es, welche die Dualisten zu der Behauptung

---

[1] HAUPTMANN, Natur der Harmonik und Metrik, S. 23: „Jeder Ton eines musikalischen Satzes ist Oktave, Quinte oder Terz."

führt, dass auch Konsonanz nicht eine Eigenschaft von Zweiklängen, sondern erst von Dreiklängen sei. Aber man muss eben Konsonanzempfindung und Harmoniegefühl auseinanderhalten, und man muss ebenso die gemeinsamen Elemente aller Musik und die besonderen hochentwickelten Bildungen und Denkgewohnheiten der Gegenwart auseinanderhalten.

Konsonanz ist das Grundphänomen, ohne welches nicht einmal die Oktave gefunden wäre. Das Vorhandensein der Oktave wird von den Dualisten ohne Definition zu Grunde gelegt — als wenn nicht die Oktave selbst die Hauptkonsonanz wäre. Wenn man das Wesen der Konsonanz definiren will, darf man doch nicht die wichtigste und grösste aller Konsonanzen bereits als gegeben voraussetzen oder bei der Definition ignoriren. Auf sie vielmehr muss vor allen anderen die zu suchende Definition zugeschnitten werden.

Mit der Gewöhnung, jeden Ton als Glied eines Dreiklangs aufzufassen, hängt es weiter zusammen, dass wir auch einen einzelnen Ton als dissonant bezeichnen, wenn er zu einem Moll- oder Durdreiklang hinzukommt, ohne doch im Oktavenverhältniss zu einem der drei Töne zu stehen. Wir sagen dann, er dissonire mit dem ganzen Klang, obschon er meistens nur mit einem der drei Töne dissonirt: weil wir eben den Dreiklang als Ganzes auffassen. Weiterhin bezeichnen wir dann auch den so entstehenden Vierklang als dissonanten Akkord. Dies sind übertragene Anwendungen des Dissonanzbegriffes, die sich leicht aus der ursprünglichen unter Mitberücksichtigung des eben erwähnten Umstandes ableiten lassen. Der Dualist macht nur den Fehler, dass er sie als die primäre Anwendung betrachtet. Dadurch kommt er zu der Behauptung, Dissonanz bestehe immer und nothwendig in der Verbindung eines Dreiklangs mit dreiklangfremden Tönen.

13. Eine spezielle Erscheinung mag schliesslich noch diskutirt werden, da sie als beweisend angeführt worden ist. Hugo Riemann hält mir die Frage entgegen[1], wie die Dissonanz des übermässigen Dreiklangs anders als durch die Klangvertretungslehre und den Dualismus begriffen werden könne? *c* und *e* sind nach der alten Lehre konsonant, *e* und *gis* gleichfalls, *c* und *gis* sind zwar theoretisch dissonant, aber auf dem

[1] In dem Aufsatz: Was ist Dissonanz? S. 149.

Klavier fällt *gis* mit *as* zusammen, und wenn wir *c—gis* allein anschlagen, beachten wir gewöhnlich die Abweichung der temperirten Stimmung nicht, sondern empfinden das Intervall als Konsonanz der kleinen Sexte. Wie ist es nun möglich, fragt RIEMANN, dass jener Dreiklang, worin ausschliesslich konsonante Intervalle vereinigt sind, worin kein Ton mit irgend einem anderen dissonirt, gleichwohl eine so ausgesprochene und scharfe Dissonanz darstellt? Dies ist nur darum möglich, weil unser ganzes musikalisches Denken von Dur- und Molldreiklängen ausgeht und weil jede Tonkombination dissonant ist, deren Theile sich nicht auf einunddenselben Dreiklang, bezw. einunddenselben tonischen oder phonischen Hauptton beziehen lassen. In unserem Falle können wir *c—e* auf den *C*-Dur, *e—gis* auf den *E*-Dur-Klang beziehen (oder kurzweg *gis* als klangfremden Ton betrachten); aber alle drei Töne können nicht Theile Eines Klanges sein. Darum ist dieser Dreiklang dissonant.

Man könnte entgegnen, dass der Dreiklang 8 : 10 : 13, der unter den Obertönen oft genug mit ziemlicher Stärke vorkommt, somit einen einheitlichen Grundklang müsste vertreten können, mindestens ebenso dissonant ist wie der übermässige Dreiklang 8 : 10 : 12,5, dass also auch für die Klangvertretungslehre wieder einige Schwierigkeit besteht. Versuchen wir aber auch positiv die Vertheidigung der alten Lehre.

Für das wohlerzogene musikalische Bewusstsein der Gegenwart liegt zweifellos ein Grund des Missfallens an diesem Akkord (bei isolirtem Erklingen) darin, dass er Auflösung verlangt, Auflösung in einen Dur- oder Molldreiklang. Nur in einem solchen (bezw. in einem Vierklang, der auch noch die Oktave der Tonika enthält) finden wir definitiv Befriedigung. Dabei ist es einerlei, ob der höchste Ton des übermässigen Dreiklangs als *gis* oder als *as* aufgefasst wird. Davon hängt es nur ab, welche Entwickelung der Modulation man erwartet. Man kann sich auch *c* als Vorhalt vor *H* denken u. s. w. Und gerade diese Vieldeutigkeit in Hinsicht der Modulation macht den Akkord zu einem so brauchbaren und interessanten Scheusal. Nur so wie sie augenblicklich gerade klingt, kann die Kombination nicht bleiben, mindestens einer der Töne muss weichen. Folgt also keine Auflösung oder folgen gar, wie bei WAGNER öfters, eine Reihe unaufgelöster übermässiger Dreiklänge aufeinander, so wird allerdings ein starkes Unbehagen resultiren,

wenn nicht höhere künstlerische Rücksichten, etwa der Zusammenhang mit einer dramatischen Gesammtwirkung das Unbehagen wieder in ästhetische Befriedigung verwandeln.

Wir werden also zugeben, dass an der Gefälligkeit dieses Akkordes die Auffassung ganz wesentlich betheiligt ist, nur nicht gerade in der Form, wie sie die Klangvertretungslehre annimmt, sondern wie sie aus der gewöhnlichen musikalischen Erfahrung, aus dem uns vertrauten Zusammenhang der Akkorde, ganz abgesehen von allen Ober- und Untertönen entspringt. Wie sehr hier die Auffassung und nicht bloss der sinnliche Eindruck als solcher wirksam ist, sieht man auch daran, dass die Aufeinanderfolge der zwei Intervalle



gleichfalls abscheulich erscheint. Ob nicht doch auch eine rein sinnliche Unannehmlichkeit mitwirkt und worin sie gründet, brauchen wir hier nicht zu entscheiden, da dieses Problem gleichsehr für die Anhänger der Klangvertretungslehre wie für uns besteht und keiner das Recht hat, es dem anderen zuzuschieben.

Nun ist aber überhaupt die Frage nach der Gefühlswirkung und ihren Gründen nicht identisch mit der nach der Konsonanz oder Dissonanz, um die es sich uns hier handelt. Wie steht es also mit der Dissonanz des Akkordes, abgesehen von seiner Gefühlswirkung? Ist es nicht doch räthselhaft, wie ein Dreiklang dissonant sein kann, dessen Töne sämmtlich paarweise untereinander konsoniren? Ist es nicht ein deutlicher Beweis, dass Zweiklänge für sich allein weder konsoniren noch dissoniren?

Ich denke nicht, dass wir zu dieser Folgerung genöthigt sind, die die Aufstellungen von Jahrtausenden über Konsonanz ebenso wie den ganzen bisherigen Ertrag unserer Untersuchungen umstossen würde. Es kommt darauf an, wie man Dissonanz von Mehrklängen überhaupt definirt. Unsere Definition von Konsonanz und Dissonanz bezog sich zunächst auf Zweiklänge. Für Dreiklänge, worin zwei Töne konsoniren können, während der dritte mit beiden oder mit einem von ihnen dissoniren kann, gilt es daher eine positive Bestimmung zu treffen; und die Musiker sind, wie schon erwähnt, übereingekommen, einen Mehrklang dissonant zu nennen, wenn auch nur einer der Töne mit irgend einem anderen darin enthaltenen (von den Obertönen

abgesehen) dissonirt. Jedenfalls ist diese Definition die einfachste, welche gegeben werden kann, und hinsichtlich der Anwendung auf die Fragen der Modulation die zweckmässigste. Nun ist *c—gis* eine Dissonanz, d. h. es gehört zur untersten Stufe der Verschmelzung, also ist *c—c—gis* ein dissonanter Dreiklang.

Logisch ist hier alles in Ordnung: aber Riemann verweist auf die Indulgenz unseres Ohres, für welches *as* und *gis* am Klavier zusammenfallen. Die Frage wäre also, wie das Ohr, das sonst bei Klavierakkorden so geduldig und abgestumpft ist, dazu kommt, gerade hier so bestimmt *gis* als *gis* und nicht als *as* zu fassen. Ich antworte: gerade weil wir beim Klavier gewöhnt sind, kleine Abweichungen von der Reinheit zu ignoriren, und darum den Zusammenklang der dritten weissen mit der vierten schwarzen Taste der *C*-Leiter an und für sich ebensowohl als Konsonanz wie als Dissonanz hören können, gerade darum ist es die (durch die vorwiegende Gewohnheit oder durch die augenblicklichen Umstände bedingte) Auffassung, welche die Entscheidung bewirkt. Und die Auffassung wird hier einfach dadurch bestimmt, dass die grosse Terz ein gewöhnlicheres Intervall ist als die verminderte Quarte. Wir hören also *e—gis*, und damit ist auch *c—gis* gegeben und der dissonirende Akkord fertig. Entschliessen wir uns jedoch oder werden wir durch vorausgehende Modulationen dazu genöthigt, den kritischen Ton als *as* aufzufassen, also eine kleine Sexte von *c* zu hören, nun so kommen wir eben wieder mit *e* in Kollision. Nur das kann man nicht verlangen, dass wir den höchsten Ton in Beziehung zu *c* als *as* und gleichzeitig in Beziehung zu *e* als *gis* hören; das hiesse einem vernünftigen Ohre zu viel zumuthen. Nur dann aber, wenn dieses Inkonsequente und Unmögliche von uns verlangt wird, würde die Folgerung sich ergeben, die Riemann aus der alten Konsonanztheorie zieht: dass ein aus lauter Konsonanzen bestehender Dreiklang als Ganzes eine entschiedene Dissonanz repräsentirte.

Ich kann also auch aus diesem merkwürdigen Gebilde, über das schon mehr als eine Monographie geschrieben wurde und das in der That besonders geeignet ist, das Nachdenken und Erklärungsbedürfniss zu stacheln, kein Argument zu Gunsten der Klangvertretungslehre entnehmen und finde die herkömmliche von Zweiklängen ausgehende Konsonanzauffassung anstandslos auch an dem Kind der Neuzeit durchführbar.

14. Endlich möge noch darauf hingewiesen werden, wie die Dualisten selbst vielfältig dem Merkmal der Verschmelzung Zeugniss geben. Nicht bloss bei der Oktave wird die Klangeinheit der Töne (hier also doch bloss z w e i e r Töne!) stark hervorgehoben, sondern auch bei den Dreiklängen selbst. Gerade die wahrgenommene Einheitlichkeit des Dreiklanges gegenüber den dissonanten Akkorden ist es, die sie zu der Hypothese veranlasste, dass eine einheitliche Beziehung der drei Töne auf einen gemeinsamen Hauptklang stattfinde.[1] Die Erklärung schenken wir ihnen, aber die wahrgenommene Thatsache selbst heben wir um so nachdrücklicher hervor, erklären die Einheitlichkeit des Dreiklangs aus der Einheitlichkeit der daran betheiligten Zweiklänge, setzen diese selbst mit der anerkannten Einheitlichkeit der Oktave in Parallele, und betonen den durchaus s i n n l i c h e n, nicht intellektuellen Charakter dieser Einheitlichkeit. Es ist ein erfreuliches Zeichen der Annäherung, dass Riemann die hohe Bedeutung der Verschmelzungsthatsachen neuerdings ausdrücklich anerkannt hat.[2] So ist zu hoffen, dass nach und nach auch unter den Musiktheoretikern der Dualismus der Parteien in einheitliche Verschmelzung übergehe.

Schlussbemerkung.

Niemand kann lebhafter als der Verfasser die Unvollständigkeit empfinden, die der vorstehenden Darstellung noch anhaftet. Einerseits harren die Erscheinungen der Tonverschmelzung, die als Ausgangspunkt benutzt sind, noch der Untersuchung ihrer physiologischen Grundlagen, andererseits sind wir, obschon der Begriff der Konsonanz prinzipiell von dem der Annehmlichkeit

---

[1] Riemann, Musiklexikon, Art. „Konsonanz": „Konsonanz ist das Verschmelzen zweier oder mehrerer Töne zur Klangeinheit". Art. Moll-Akkord: „Wie man auch Konsonanz definiren mag, jedenfalls bleibt doch festzuhalten, dass E i n h e i t der Kardinalpunkt der Konsonanz ist." Natur der Harmonik, S. 180: „Der Moll-Akkord verschmilzt in der vollkommensten Weise in der Einheit des höchsten Tones." Vgl. auch Moritz Hauptmann, oben S. 23. Anm.

[2] Im Katechismus der Akustik S. 92f. und in dem Aufsatz: „Was ist Dissonanz?"

gesondert wurde, doch überall auf enge Beziehungen beider gestossen, die nur in einer zusammenhängenden Untersuchung der musikalischen Gefühlswirkung, zumal des Harmoniegefühls ihre nähere Beschreibung und Erklärung finden können. Und hier ist noch fast alles zu leisten. Aber nicht alles lässt sich aus der Konsonanzdefinition begreifen. Wohl können wir die komplizirteren ästhetischen Wirkungen durch die Verschmelzung und die daran assoziirten Vorstellungen ziemlich plausibel machen, aber wie es kommt, dass ein durch vier oder fünf Oktaven durchgeführter reingestimmter Durdreiklang aus einfachen Tönen in den Ohren der gegenwärtigen zivilisirten und nebenbei auch musikalischen Menschen (die doch nur einen Bruchtheil bilden und sich nicht als die Normalmenschen aufspielen können) den denkbar süssesten sinnlichen Wohllaut, die verwirklichte Sphärenharmonie der Pythagoreer erstehen lässt — darüber können wir bestenfalls gewisse allgemein gehaltene Gedanken äussern, eine wirkliche Erklärung zu geben ist heute noch keinem menschlichen Verstande möglich.

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a/S.

Beiträge

zur

Akustik und Musikwissenschaft

herausgegeben

von

Dr. Carl Stumpf,

o. Professor an der Universität zu Berlin.

---

2. Heft:



Leipzig.

Verlag von Johann Ambrosius Barth.

1898.

Die innere Paginirung bezieht sich auf die *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, herausgegeben von Ebbinghaus und König.

Inhalt des zweiten Heftes.



Neueres über Tonverschmelzung.

Von

Carl Stumpf.

Seit meinen auf die Verschmelzungsstufen bei gleichzeitigen Tönen bezüglichen, im II. Bande der *Tonpsychologie* 1890 veröffentlichten Untersuchungen sind zwar die behaupteten Thatsachen von Verschiedenen als zutreffend und zugleich als der richtige Ausgangspunkt für die Definition der Konsonanz anerkannt worden, aber bis vor kurzem ist keine eingehendere Untersuchung zu ihrer Bestätigung oder Widerlegung veröffentlicht, abgesehen von bloſs begrifflichem Räsonnement, das uns meines Erachtens vorläufig nicht weiter bringt. Nur Külpe hat in einigen Punkten abweichende Beobachtungen angegeben.[1] Kürzlich indessen (August 1897) ist eine systematische Nachprüfung meiner Angaben und eine Fortsetzung der Versuche durch A. Faist und sogleich darauf eine zweite durch Meinong und Witasek veröffentlicht worden.[2] Faist ging aus von der Selbstbeobachtung über die Reihenfolge der Intervalle in Hinsicht der Verschmelzung, fügte auch die Angaben eines anderen musikalischen Beobachters hinzu, beschäftigte sich dann aber hauptsächlich mit der indirekten Feststellung durch Kollektivversuche an Unmusikalischen nach Art der meinigen, wobei die Frage vorgelegt wird, ob ein gehörter Zweiklang einen oder mehrere Töne enthalte, und eine gröſsere Zahl von falschen (Einheits-) Urteilen als Anzeige einer stärkeren Verschmelzung angesehen wird, sofern nicht noch andere Ursachen im gleichen Sinne wirken können. Meinong und Witasek betraten nur den Weg der direkten Beob-

[1] Grundriſs der Psychologie, 1893.

[2] *Zeitschrift f. Psychologie* Bd. XV. S. 102 ff. und S. 189 ff.

achtung, aber sie beschrieben ihre Wahrnehmungen (im wesentlichen die Wahrnehmungen MEINONG's) in einer viel ausführlicheren Weise als es von Andern geschehen ist, die die Verschmelzungslehre auf Grund eigener Wahrnehmungen acceptierten. Ich will nun diese neueren Beobachtungen und Versuche und ihr Verhältnis zu den meinigen einer Diskussion unterziehen und zugleich auf die Grenzen der dabei angewandten Methoden hinweisen.

1. Den Mittelpunkt der Verschmelzungslehre bildet die Behauptung, dafs die Verschmelzung, d. h. die Einheitlichkeit des Eindruckes, bei Oktaven, Quinten, Terzen in dieser Reihenfolge abnimmt. Denn da die genannten Intervalle auch hinsichtlich ihrer Konsonanz in derselben Reihenfolge stehen (die beiden Terzen nehmen wir vorläufig zusammen), und aus diesen Intervallen mit Hilfe des Begriffes der indirekten Verwandtschaft die ganze Tonleiter resultiert, so liegt in jener Thatsache, wenn sie anerkannt wird, ein Hinweis, wenn auch nicht ohne weiteres ein Beweis, dafs in der Tonverschmelzung das wesentlichste Merkmal der Konsonanz und damit der Grundbegriff der ganzen Musiklehre zu finden ist.

In dem genannten Punkt stimmen nun nicht blofs alle Selbstbeobachtungen, sondern auch FAIST's Kollektivversuche mit den meinigen überein, und zwar die letzteren nicht blofs in den Endergebnissen, sondern auch in sämtlichen 7 Einzelreihen, mit Ausnahme der ersten, worin die Quinte um eine minimale Differenz hinter die grofse Terz tritt. Aber FAIST hält selbst die beiden ersten Reihen für weniger gut, da sie wegen zu grofser Analysierungsfähigkeit der dabei fungierenden Urteilspersonen überhaupt geringere Differenzen lieferten.

Insoweit dürften denn auch die Verschmelzungsthatsachen, nachdem sie dem theoretischen Bewufstsein seit dem griechischen Altertum immer mehr entschwunden waren, bald wieder so sehr zum Allgemeinbesitz der Tonlehre gehören, dafs man sie für selbstverständlich und des Beweises oder der Verteidigung garnicht bedürftig ansehen wird.

2. Ein zunächst wichtiger Punkt ist die Stellung der Quarte. Über ihre Konsonanz ist bekanntlich unter den Musiktheoretikern lange Streit gewesen und noch Streit. Es rührt das aber von der Vermengung verschiedener Gesichtspunkte her, speziell von der Mitwirkung des Gefühlsmoments. Hält man sich blofs an

die Verschmelzung, so kommt die Quarte zwischen der Quinte und den Terzen zu stehen, welchen Platz ihr auch das Altertum bereits einstimmig anwies. Diese Stellung geht aus meinen Versuchen hervor und wird nun durch die neueren durchgehends bestätigt. Die sonst vielfach auseinandergehenden Aufstellungen sind hierin einstimmig, und wiederum stimmen auch alle Einzelreihen Faist's aufser den zwei ersten in diesem Punkte unter sich überein.

3. Nicht unwichtig, aber zugleich schwierig erschien mir seinerzeit die Frage, ob innerhalb der Gruppe, zu welcher ich die beiden Terzen und die beiden Sexten gemeinschaftlich rechnete — wir wollen sie kurz als Terzengruppe bezeichnen —, noch Unterschiede der Verschmelzung zu finden seien. Ich glaubte damals in direkter Beobachtung deutliche Unterschiede nicht zu finden. In den Kollektivversuchen an Unmusikalischen erwies sich die Stellung der kleinen Terz als schwankend je nach den Umständen. Von Einflufs darauf schienen mir einerseits die Schwebungen, andererseits der verhältnismäfsig geringe Abstand der beiden Töne. Geschieht es doch selbst bei der Aufeinanderfolge der Töne oft genug, dafs Unmusikalische hier den höheren Ton für den tieferen halten. In der durch Summierung mehrerer Reihen gewonnenen Schlufsübersicht der Ergebnisse (*Tonpsych.* II, 168) kommt die kleine Terz überall vor der grofsen zu stehen; dennoch glaubte ich aus verschiedenen Gründen auf eine stärkere Verschmelzung hieraus nicht schliefsen zu können, ja die Möglichkeit offen lassen zu müssen, dafs die grofse Terz der kleinen in dieser Beziehung noch etwas überlegen sei.

Die neueren Beobachtungen und Versuche führen nun ihre Urheber zu der bestimmten Behauptung, dafs in der That die kleine Terz der grofsen nachstehe. In Faist's Schlufstabellen steht die kleine Terz den Dissonanzen sogar näher als der grofsen Terz und den Sexten.

Ich kann mich in diesem Punkte gleichwohl noch nicht für überzeugt erklären; erstens weil, wie erwähnt, in meinen Schlufstabellen umgekehrt die kleine Terz vor der grofsen steht, zweitens, weil bei Faist in der einzigen Reihe mit reiner, nichttemperierter Stimmung (wie ich sie stets gebrauchte) die beiden Terzen einander so gut wie vollkommen gleich stehen, drittens, weil in der Terzengruppe überhaupt in seinen einzelnen Tabellen grofse Verschiebungen stattfinden. Sehen wir die zwei Tabellen

an, aus denen die Schlufstabelle zusammengestellt ist, und deren jede wieder das Ergebnis mehrerer Versuchsreihen ausdrückt (S. 121), so sind die Zahlen der falschen Urteile folgende:

	Kl. Sext	Gr. Terz	Gr. Sext	Kl. Terz	
I. Tabelle:	90	87	79	55	— unter je 480.
II. Tabelle:	34	53	63	43	— „ „ 288.

Die Reihenfolge der Verschmelzung wäre also, wenn wir die grofse Terz mit **3**, die kleine mit 3, die Sexten entsprechend mit **6** und 6 bezeichnen, nach der I. Tabelle: 6, **3**, **6**, 3; nach der II.: **6**, **3**, 3, 6. Dafs bei so allgemeinem Platzwechsel, wodurch z. B. die kl. Sext einmal an den Anfang, das andremal an's Ende tritt, die kl. Terz beidemale nach der grofsen zu stehen kommt, kann sehr wohl als zufällig angesehen werden.

Desgleichen stimmt das Ergebnis der Kollektivversuche innerhalb dieser Gruppe nicht mehr mit den Selbstbeobachtungen und diese nicht mehr untereinander überein. Wir wollen alle Angaben nebeneinander stellen.

Kollektivversuche Faist's (Schlufstabelle):	**6**, **3**, 6, 3
Direkte Beobachtung Faist's (S. 104):	**3**, 6, **6**, 3
„ „ K.'s (daselbst):	**3**, 3, **6**, 6
„ „ Meinong's (S. 198, 193):	**6**, **3**, 3, 6

Nimmt man auch die früheren, mehr vorläufigen Urteilsreihen Meinong's und Witasek's dazu (S. 191), so erscheinen noch andere Anordnungen, wie 3, **6**, 6 oder 3, **6**, 6, **3**. Zwei der früheren Reihen Meinong's stimmen dagegen mit der von K. überein. In Faist's Kollektivversuchen haben **6** und **3** so gut wie gleiche Zahlen (142 und 140), sodafs hiernach auch noch die Anordnung **3**, **6**, 6, 3 eben so berechtigt wäre.

Das erinnert schon bedenklich an die Permutationsrechnung. Wir kommen hier offenbar in das Reich der Unsicherheit. Es müssen mancherlei Umstände Schwankungen hervorbringen, die die Stellung aller dieser vier Intervalle gegeneinander nach wie vor fraglich und es darum am rätlichsten erscheinen lassen, sie in Einer Gruppe nebeneinander zu stellen.

Allerdings ist nicht zu übersehen, dafs die kleine Terz nicht blofs im Schlufsergebnis, sondern auch in sämtlichen 7 Einzel-

reihen FAIST's merklich nach der grofsen zu stehen kommt, nur die sechste (mit reiner Stimmung) ausgenommen, wo der Unterschied, wie gesagt, verschwindet. Das ist, ich leugne es nicht, ein schwerwiegender Umstand. Und es kommt hinzu, dafs auch alle direkten Beobachtungen der Neueren (mit Ausnahme der ersten von WITASEK) in diesem Punkt wenigstens übereinstimmen. Aber es könnte hier, abgesehen von den doch etwas merklicheren Schwebungen der kleinen Terz, ein Gefühlsmoment mitwirken. Es scheint, dafs Unmusikalische, die selbst gegen stark dissonante Akkorde unempfindlich sind, doch vielfach einen Unterschied zwischen dem Dur- und dem Moll-Dreiklang machen (*Tonpsych.* II, 158). Musikalischen gilt ja ohnedies das Moll meistens als minder wohlklingend. Vielleicht hat dieser Gefühlsunterschied doch einen Einflufs geübt und statt eines Verschmelzungsunterschiedes gewirkt. Die Sache scheint mir also noch nicht spruchreif. Aber ich wiederhole, dafs ich das Vorhandensein von feineren Unterschieden innerhalb dieser Gruppe nicht überhaupt in Abrede stelle, sondern vielmehr aus deduktiven Gründen, die man sich freilich in verschiedener Weise zurechtlegen kann, wahrscheinlich finde. Nur sind sie jedenfalls gering gegenüber denen zwischen der Oktave, Quinte, Quarte und dieser Gruppe selbst, und sie werden sehr schwer streng zu beweisen sein, während jene grofsen Unterschiede sich leicht direkt und indirekt feststellen lassen.

4. Mit ziemlicher Deutlichkeit ergiebt sich dagegen aus den neuen Versuchen, dafs die Intervalle 4:7 und 5:7 — nennen wir sie vorläufig die Siebenergruppe — stärker verschmelzen als die eigentlichen Dissonanzen. Bezüglich 4:7 hatte ich dies bereits vermutet (a. a. O. 135, 154) und bin inzwischen darin noch bestärkt, zu der gleichen Anschauung aber auch für 5:7 geführt worden.[1]

Die beiden Intervalle sind ausdrücklich nur von MEINONG in seine Beobachtungen aufgenommen und hiernach in gleicher Weise rangiert worden (S. 198). In den Versuchen von FAIST nimmt statt 5:7 der nur wenig davon verschiedene Tritonus dieselbe Stellung ein. Ich halte es aber mit FAIST für wahr-

[1] Siehe meine im Juli 1897 erschienene Arbeit über „*Geschichte des Konsonanzbegriffes*“ I. Teil, Abhandlungen der Münchener Akademie, I. Klasse, 21. Bd., S. 70f.

scheinlich, dafs das Ergebnis eben dieser Nähe des Tritonus an 5:7 zu verdanken ist[1], wie ich denn a. a. O. die Angabe des alten Gaudentius (3.—4. Jhrh. nach Chr.), der den Tritonus nebst der grofsen Terz zu den unvollkommenen Konsonanzen (Paraphonien) rechnete, hierauf zurückzuführen suchte. Wenn man die übermäfsige Quinte *c—gis* untersuchte, würde man wohl ähnliche Resultate erhalten, weil sie eben auch zu nahe an der kleinen Sext *c—as* liegt. Wahrscheinlich geht ohnedies die Verschmelzungskurve in solchen Fällen, wo zwei Konsonanzen wie *c—g* und *c—as* dicht beisammen liegen, dazwischen nicht auf ihren tiefsten Stand zurück (*Tonps.* II, 176).

Man könnte auf Grund dieser Ergebnisse sogar mit Fug die Frage stellen, was uns berechtigt, für diese Intervalle 4:7, 5:7 und andere etwa damit gleichwertige eine eigene Verschmelzungsstufe in Anspruch zu nehmen und sie nicht vielmehr einfach der Terzengruppe zuzurechnen. In Faist's Tabelle steht der sogenannte Tritonus bald nach, bald vor, bald zwischen den Intervallen der Terzengruppe. Im Schlufsresultat steht er ihnen etwas voran; das ist aber auch nur die Folge der beiden letzten Versuchsreihen. Wenn wir nun die bezüglichen Ergebnisse hauptsächlich auf das Verhältnis 5:7 zu beziehen haben, so würde man daraus auf die Zugehörigkeit dieses Verhältnisses zur Terzengruppe schliefsen können, deren Angehörige ebenfalls öfters ihren Platz vertauschen. Auch die subjektive Beobachtung spricht nicht ganz bestimmt. Faist sagt von sich ausdrücklich, dafs er den Tritonus nur darum als besondere Gruppe zwischen der Terz-Sextengruppe und den eigentlichen Dissonanzen aufführe, weil er zweifle, zu welchen von beiden er ihn rechnen solle. Meinong bildet zwar in seiner Übersicht überhaupt keine Gruppen, stellt aber die beiden Verhältnisse 4:7 und 5:7 zwischen die Terzen und Sexten einerseits und die Dissonanzen andererseits. Diese Angaben widersprechen aber doch auch nicht, wenn wir sie als eigene Gruppe zwischen beide stellen, was meinem Urteil am meisten entsprechen würde. Wenn man sich darauf

---

[1] Nehmen wir als tieferen Ton 400 (aus der eingestrichenen Oktave), so ist der Tritonus hiervon in temperierter Stimmung = 565,68, in reiner (32:45) = 562,5, während das Verhältnis 5:7 560 ergiebt. Die letztere Differenz ist ganz unmerklich, aber auch die Abweichung des temperierten Tritonus relativ sehr gering.

vereinigt, würde ich „Übergangsgruppe“ als Bezeichnung dafür vorschlagen.

Daſs sie nicht unter die gebräuchlichen Intervalle aufgenommen sind, hat Gründe, die in der Entwicklung des musikalischen Systems liegen und nicht schwer anzugeben sind. Aber gerade ihr Nichtgebrauch in der praktischen Musik hat vielleicht beigetragen, zwischen den „Konsonanzen“ und den „Dissonanzen“ in unserem Bewuſstsein eine gröſsere Kluft zu schaffen, als sie sonst vorhanden wäre.

5. Alle übrigen Tonkombinationen, die Dissonanzen der Musik und die nicht musikalischen (durch merkliche Verstimmung erzeugten), hatte ich zu einer letzten Stufe der Verschmelzung zusammengefaſst, da ich deutliche Unterschiede unter ihnen nicht zu finden glaubte und aus den Ergebnissen der Massenversuche hierüber einen sicheren Schluſs nicht zu ziehen wagte, wenn auch hierbei die kleine Septime merklich vor der groſsen Sekunde zu stehen kam.

Faist fand nun allerdings dasselbe Ergebnis bezüglich der kleinen Septime, ebenso Meinong bei seinen direkten Beobachtungen (S. 193 und 198). Aber einmal ist die Differenz der Zahlen bei den Kollektivversuchen hier verhältnismäſsig gering und die Reihenfolge der beiden Intervalle in den einzelnen Teilreihen nicht sehr konstant, sodann bleibt ein analoges Bedenken wie bei dem sogenannten Tritonus: ob nicht bei der kleinen Septime das Verhältnis 4:7 mitspielte und die Einheitsurteile begünstigte, während umgekehrt bei der groſsen Sekunde Schwebungen im Sinne der Zweiheitsurteile wirken konnten. Ich bin also auch in diesem Punkte nicht überzeugt, obschon ich wiederum die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit von feineren Unterschieden in dieser Klasse zugebe.

Man könnte nun aber auch hier die Frage aufwerfen, ob wir, solange bloſs die Verschmelzung in Betracht gezogen wird, ein Recht haben, diese Gruppe scharf von den vorangehenden zu scheiden. Bekanntlich rechnete das ganze Altertum, Gaudentius ausgenommen, die Terzen und Sexten zu den dissonanten (asymphonen) Intervallen, welche nicht oder nur im geringsten Grade verschmelzende Töne besitzen. Man fand in Hinsicht der Verschmelzung keine erwähnenswerten Unterschiede der letzten Gruppe von den beiden ihnen hier vorangestellten. Heute hat man sich zwar über die Absonderung der Terzengruppe

verständigt, aber die Siebener rechnen manche, soweit überhaupt die Frage für sie aufgeworfen wird, noch mit der vorangehenden, andere mit der nachfolgenden Gruppe zusammen. Ziehen wir noch in Betracht, daſs mit abnehmender Verschmelzung auch die Verschmelzungsunterschiede abnehmen — was von allen neueren Beobachtern bestätigt wird und auch aus den Kollektivversuchen FAIST's ebenso deutlich wie aus den meinigen hervorgeht, — so erscheint die obige Frage nicht ohne Berechtigung.

Gleichwohl ist soviel gewiſs, daſs Intervalle wie die groſse Sekunde und die groſse Septime erheblich weniger verschmelzen als die groſse Terz. Daſs die Siebener dazwischenstehen und ihrerseits ebensogut als Konsonanzen wie als Dissonanzen bezeichnet werden können, hindert nicht, daſs wenigstens die Dissonanzengruppe von der Terzengruppe unterschieden werde, auch wenn wir uns ausschlieſslich an das Verschmelzungsmerkmal halten. Nur freilich eine spezifische Gegenüberstellung, wie sie bei der Unterscheidung von Dissonanzen und Konsonanzen doch wohl beabsichtigt wird, ist aus der Verschmelzung allein nun und nimmer abzuleiten. Hierbei müssen noch andere Merkmale mitwirken.

6. Ich hatte mehrere Verschmelzungsgesetze formuliert. Das Grundgesetz besagt, daſs die Verschmelzung abhängig ist von den Schwingungsverhältnissen. Damit war nur behauptet, daſs ein bestimmter Verschmelzungsgrad gegeben ist bei einem bestimmten Schwingungsverhältnis (nicht also bei bestimmten absoluten Tonhöhen, auch nicht bei bestimmten Schwingungsdifferenzen u. s. w.). Aber es war nicht damit behauptet, daſs der Verschmelzungsgrad sich nach der Einfachheit der Schwingungsverhältnisse richte. Ich wuſste wohl, daſs die Schwingungsverhältnisse nach ihrer „Einfachheit" nicht ohne willkürliche Festsetzungen in eine eindeutige Reihe geordnet werden können. Die Bedenken FAIST's hierüber kann ich also nicht auf meine Fassung beziehen. Nur gelegentlich bemerkte ich, daſs wenn man deduktiv vorgehen wollte, man den Umstand benutzen könne, daſs „im allgemeinen mit wachsender Gröſse beider Verhältniszahlen die Verschmelzungsgrade abnehmen" (S. 170). Und in solcher Einschränkung, nicht als strenges Gesetz, sondern als approximativer Leitfaden betrachtet, läſst sich die Regel auch wohl vertreten. Der Tritonus macht keine

Schwierigkeiten, wenn wir 5:7 dafür einsetzen, was FAIST selbst vorschlägt.

MEINONG hat, um eine deduktive Regel für die Anordnung der Verhältniszahlen zu gewinnen, zwei arithmetische Gesichtspunkte zu Grunde gelegt, die er aus EBBINGHAUS' Theorie des Hörens ableitet. Er findet die daraus resultierende Ordnung der Verschmelzungen mit seinen Beobachtungen in gutem Einklange. Aber erstlich hebt MEINONG selbst hervor, daſs die beiden Gesichtspunkte untereinander in Konflikt kommen können, daſs also dann eine bestimmte Folgerung nicht mehr daraus abzuleiten ist. Zweitens sind seine Beobachtungen untereinander selbst nicht hinreichend im Einklang, um überzeugende Verifikationen darauf zu gründen. Ich glaube daher mit FAIST, daſs wir das Hauptgesetz der Verschmelzung vorläufig nicht in der Art aussprechen können, daſs die Verschmelzungsstufe allgemein als Funktion des Schwingungsverhältnisses ausgedrückt werden könnte.

7. Unter den übrigen Verschmelzungsgesetzen erwähne ich hier nur die, welche bestritten wurden[1]. So ist vor allem die Lehre, daſs die Verschmelzung unabhängig sei von der absoluten und relativen Stärke der Komponenten, von den genannten Autoren mit Einstimmigkeit abgelehnt worden. Die Einwendungen laufen alle darauf hinaus, daſs die Leichtigkeit der Unterscheidung zweier gleichzeitiger Töne von der absoluten und relativen Intensität beeinfluſst wird, was freilich über allen Zweifel erhaben ist. Aber ich muſs dabei

---

[1] Das erste der Gesetze, die ich dem Hauptgesetz zur Seite stellte, daſs nämlich der Verschmelzungsgrad unabhängig ist von der Tonregion, bräuchte, streng mathematisch gesprochen, nicht besonders ausgedrückt zu werden. Immerhin wäre denkbar, daſs in einer relativ engen Region, z. B. zweier oder dreier Oktaven, die absolute Tonhöhe irrelevant wäre, darüber hinaus aber nicht. Es sollte also hervorgehoben werden, daſs in dem ganzen musikalisch verwerteten Tonumfang die absolute Tonhöhe einfluſslos ist, zugleich aber auch die Beschränkung des Hauptgesetzes daran geknüpft werden, daſs weiter hinauf, anscheinend schon bei 4000 Schwingungen, die Verschmelzungsunterschiede hinwegfallen.

Eigentümlicherweise giebt gerade das Gesetz, welches allgemein mit Zuversicht acceptiert wurde, daſs nämlich die Empfindlichkeit für kleine Abweichungen um so gröſser sei, je stärker die Verschmelzung ist, nach Untersuchungen, die demnächst veröffentlicht werden sollen, zu starken Bedenken Anlaſs und bedarf mindestens einer viel genaueren Formulierung.

bleiben, dafs die Verschmelzung nur eine von den Bedingungen für die Unterscheidung ist (was übrigens auch von FAIST und Anderen mehrfach ausdrücklich anerkannt wird) und dafs selbstverständlich, wenn andere Bedingungen aufser der Verschmelzung sich verändern, die Leichtigkeit der Unterscheidung geändert werden kann. Niemals wird man, solange es logische Regeln giebt, in solchen Fällen einen zwingenden Schlufs ziehen können, dafs die Verschmelzung sich auch geändert habe; man müfste denn nachweisen können, dafs das Mafs der Veränderung in der Unterscheidungsfähigkeit gröfser ist, als es sich nach der Veränderung des Intensitätsverhältnisses erwarten liefse. Aber wer möchte sich heutzutage anheischig machen, diesen Nachweis zu erbringen?

Die direkte Beobachtung ist hier natürlich nicht ganz leicht, weil die ungleiche Intensität selbst als störender Umstand für die Vergleichung der Verschmelzungen wirkt. Man vergleicht allenthalben zwei Sinneserscheinungen in Bezug auf irgend ein Verhalten am besten, wenn sie in allen andern Beziehungen gleichgesetzt werden.

Ich möchte nun aber die Frage aufwerfen: Woran erkennt man überhaupt die Oktave, wenn nicht an der Verschmelzung? und erkennen wir die Oktave nicht auch, wenn der eine Ton schwächer ist? erkennen wir sie nicht mit derselben Sicherheit als Oktave wie sonst, so lange der schwächere Ton nur überhaupt noch deutlich erkennbar ist?

Vollends wenn man, wie dies doch auch die genannten Forscher zu thun scheinen (vgl. KÜLPE S. 294, FAIST S. 116) den Verschmelzungsgrad als das wesentlichste Merkmal der Konsonanz betrachtet, so frage ich: Wird etwa eine Dissonanz dadurch Konsonanz, dafs wir einen der beiden Töne schwächer nehmen? Wenn mit jeder Änderung des Stärkeverhältnisses der Konsonanzgrad sich ändert, was sollte aus der Musik werden, in der beständig die mannigfachsten Stärkeverhältnisse gleichzeitiger Töne miteinander abwechseln, während ihre Konsonanzverhältnisse vom Hörer durchaus als gleichbleibende erfafst werden? [1]

---

[1] Die Berufung auf das „Gefühlsmerkmal“ wird hier nicht hinreichen; das Unannehmlichkeitsgefühl bei einer Dissonanz wird durch die ungleiche Stärke allerdings abgeschwächt, aber die Dissonanz bleibt Dissonanz wie vorher.

Nebenbei bemerkt verwickeln sich auch alle diejenigen in einen offenbaren Widerspruch, die die Verschmelzung einfach als „Nichtunterscheidung" definieren, zugleich aber mit mir sie als das Wesen der Konsonanz betrachten. Das Wort Verschmelzung kann man freilich definieren wie man Lust hat, aber die Verschmelzung, worin das Wesen der Konsonanz besteht, ist nicht soviel wie der bloſse Mangel der Unterscheidung; denn hiernach würde Konsonanz überhaupt nicht vorhanden sein, solange wir zwei gleichzeitige Töne noch auseinanderzuhalten vermögen, dagegen immer vorhanden sein, wenn ein Ton durch den andern zugedeckt wird, einerlei übrigens, was für ein Intervall sie miteinander bilden. Thatsächlich wird gerade umgekehrt Konsonanz überhaupt nur da gefunden, wo zwei unterschiedene Töne vorhanden sind. Dies indessen nur nebenbei, da wir uns, wie gesagt, mit Streitigkeiten über den Verschmelzungsbegriff selbst hier nicht abgeben wollen.

8. Ein anderes Gesetz lautete, daſs die Verschmelzung zweier Töne durch das Hinzutreten anderer Töne nicht verändert wird.

Külpe bestreitet dies und behauptet, daſs sich beim Zusammenwirken mehrerer Intervalle mittlere Verschmelzungsgrade ausbilden. So werde bei $c—g—c^1$ die Oktavenverschmelzung durch die Quinten- und Quartenverschmelzung herabgesetzt und wiederum die Quartenverschmelzung durch die Oktaven- und Quintenverschmelzung erhöht. Infolgedessen würden alle Töne deutlicher gehört als in den Intervallen $c—c^1$ und $c—g$ allein, aber nicht so deutlich wie die Töne der Quarte $g—c^1$, wenn nur dieses Intervall angegeben wird.

Die zweite Hälfte der Behauptung ist insofern richtig, als überhaupt bei Vermehrung der Töne jeder einzelne weniger deutlich gehört wird, was freilich mit der Verschmelzung nichts zu thun hat. Dagegen muſs ich der ersten Hälfte der Behauptung entschieden widersprechen. Ich kann auch hier nur finden, daſs c und c^1 oder c und g, wenn sie nur als Teile der Oktave, bezw. Quinte, erklingen, deutlicher unterschieden werden können, als wenn noch ein dritter Ton, sei es was immer für einer, dabei ist.

Gleiches gilt von dem andern Beispiel: in dem Akkord $f—g—d^1$ sollen die Töne f und g weniger deutlich unterscheidbar sein als wenn sie allein erklingen, dagegen g und d^1 deutlicher; also wäre die Verschmelzung der Sekunde durch die

gleichzeitige Quinte vergrößsert, die der Quinte durch die gleichzeitige Sekunde verringert (sodaſs beide sich der mittleren Verschmelzung der ebenfalls in dem Akkord vorhandenen groſsen Sexte nähern würden).

Man kann den Fall noch entscheidender einrichten, wenn man den Zusammenklang *c—f—g* oder *f—g—c*¹ nimmt. Hier müſste durch die gleichzeitige Quinte und Quarte die Verschmelzung der Sekundentöne *f* und *g* ganz deutlich erhöht und der nächst höheren Stufe (Terzenverschmelzung) so angenähert werden, daſs man von einer Dissonanz im Sinne eines scharfen Auseinandertretens der Töne kaum mehr etwas vernehmen könnte. Und wenn wir gar, beide Fälle kombinierend, den Vierklang *c—f—g—c*¹ nehmen, so würde auch eine Oktave, eine zweite Quinte und eine zweite Quarte hinzukommen; diese alle zusammen müſsten doch hinreichen, um die Sekundenverschmelzung auf die nächst höhere Stufe zu heben. Jeder mag es probieren: man wird immer nur diejenige Vermehrung der Undeutlichkeit finden, die durch Hinzufügung jedes neuen gleichzeitigen Tones erzeugt wird und die sich auf alle beteiligten Töne gleichmäſsig erstreckt.

In gewissem Sinne ist es richtig, daſs durch Hinzufügung von stark verschmelzenden Intervallen, namentlich also Oktaven, die Einheitlichkeit des Eindrucks erhöht wird, nämlich relativ gegenüber einem Zusammenklang von gleich vielen Tönen, in welchem weniger solche Intervalle vorkommen. Ein Mehrklang, worin Oktaven überwiegen, klingt verhältnismäſsig nicht so mehrheitlich wie ein Akkord aus gleich vielen Tönen, worin Dissonanzen überwiegen oder allein vorkommen; aber nicht, weil die Verschmelzung der letzteren durch die gleichzeitigen Oktaven erhöht würde, sondern weil natürlich die dissonanten Töne immer mehr gegen die im Oktavenverhältnis stehenden im Gesamteindruck zurücktreten, je mehr es der letzteren sind. Über dies und anderes, was mit der Vermehrung der Tonzahl zusammenhängt, darf ich vielleicht auf *Tonpsych.* II, 329 zurückweisen.

Wir müssen uns auch wohl hüten, die Veränderung der Gefühlswirkung, welche durch die Hinzufügung eines Tones erzeugt wird, als Veränderung der Verschmelzung zu deuten oder sie ohne weiteres aus einer solchen zu erklären. Nichts freilich ist labiler als der Gefühlseindruck bei Zusammenklängen.

Aber er hängt mit äufserst zahlreichen anderen Ursachen aufser der blofsen Verschmelzung zusammen. Dafs eine solche Verwechslung aber bei Külpe mitspielt, scheint mir aus seiner Ausdrucksweise hervorzugehen, wenn er sich darauf beruft, dafs die dissonanten Intervalle durch einen gleichzeitigen dritten Ton bedeutend „gemildert und für ästhetische Effekte besser verwendbar" werden —, dafs z. B. der Akkord *d—f—g—h* von der „störenden Härte der Sekundenverschmelzung" nicht mehr viel aufweise. Von mild und hart ist aber hier zunächst nicht die Rede, sondern von einheitlich und mehrheitlich. Der Verschmelzungsgrad selbst dürfte, soweit es uns eben gelingt, innerhalb eines Vierklanges das Verhältnis zweier Töne gesondert zu beachten, sich nicht als ein veränderter erweisen.

Faist hat sich denn auch in seiner kritischen Erörterung der von mir aufgestellten Gesetze diesem Amendement Külpe's nicht angeschlossen und die Unterschiede der Deutlichkeit, welche Külpe findet, auf die gröfsere Verteilung der Aufmerksamkeit bei gröfserer Tonzahl zurückgeführt. Dagegen glaubt Faist aus seinen Kollektivversuchen eine Regel über den Einflufs der Klangfarben, also der Obertöne, ableiten zu können, wodurch er seine Zustimmung doch wieder zurücknimmt. Er stellte seine Versuche teils an obertonreichen, teils an obertonarmen Registern der Orgel an und schliefst aus den erhaltenen Zahlen, dafs durch das Hinzutreten der Obertöne die starken Verschmelzungsgrade herabgesetzt, die geringen erhöht, also die Unterschiede mehr ausgeglichen werden. Ich hatte in drei meiner Versuchsreihen (S. 146 f.) gleichfalls Gelegenheit genommen, den Einflufs verschiedener Klangfarben auf das Mehrheitsurteil zu beobachten, und in dieser Hinsicht die gleiche Wahrnehmung gemacht, daraus aber nicht auf Modifikationen der Verschmelzung geschlossen. In der That sehe ich nicht ein, wie man einen solchen Einflufs mit der zugestandenen Thatsache vereinigen will, dafs durch einen dritten Ton die Verschmelzung zweier Töne nicht geändert wird. Wenn ein dritter gleichstarker Ton keinen Einflufs hat, soll ein schwächerer ihn gewinnen? Schwerlich wird man dies glaubhaft finden.

Die verschiedene Gestaltung der Zahlenreihen, die geringeren Unterschiede in der Anzahl der Einheitsurteile bei schärferen gegenüber milderen Klangfarben, werden also, wenn sie nicht zufällig sind, einer anderen konstanten Ursache zugeschrieben

werden müssen. Ich hatte diese schwierige Frage nach dem Einflufs der Klangfarben auf die Zuverlässigkeit der Analyse, worüber man auch bei Musikalischen Verschiedenes beobachten kann, S. 348 f. ausführlich besprochen, indessen den provisorischen Charakter meiner Bemerkungen hervorgehoben. Vielleicht ist in unserem Falle der Umstand Schuld, dafs bei obertonreichen Klängen ein konsonantes Intervall infolge der Koinzidenz der Obertöne im ganzen weniger Töne enthält als ein dissonantes. Vielleicht sind auch Intensitätsunterschiede mit im Spiele, da gleichzeitige Töne sich gegenseitig schwächen, sodafs bei dissonanten Intervallen in solchen Fällen die Grundtöne bei gleicher objektiver Reizstärke etwas schwächer sein werden als bei konsonanten. Vielleicht kommen aber auch andere Gesetze der Intensitätsverteilung unter den gleichzeitigen Tönen in Betracht, wie sich solche etwa aus Max Meyer's Theorie des Hörens ergeben würden.

9. Grofsen Anstofs endlich hat das Gesetz erregt, dafs bei den um eine oder mehrere Oktaven erweiterten Intervallen die gleichen Verschmelzungsgrade wiederkehren. Man behauptet nicht blofs, dafs die Verschmelzungen sich abschwächen, sondern auch dafs die Ordnung der Verschmelzungen nicht mehr dieselbe bleibe. Leider weichen nun aber die Angaben der einzelnen Beobachter nicht blofs von den meinigen, sondern auch untereinander ab. Bezeichnen wir mit 8 die Oktave, mit **8** die Doppeloktave, mit 5 die Quinte, mit **5** die um eine Oktave erweiterte Quinte (Duodezime), so erhält man beispielsweise für diese vier Intervalle folgende Anordnungen in Hinsicht der Verschmelzung:

Nach Faist's direkter Beobachtung:		8,	**8**,	5,	**5**.
„ K.'s (seines Kollegen) direkter Beobachtung:		8,	**5**,	5,	**8**.
„ Faist's Kollektivversuchen (S. 108):		8,	5,	**5**,	**8**.
„ Meinong's direkter Beobachtung (Tafel I):		8,	**5**,	**8**,	5.
„ den vorläufigen Beobachtungen	teilweise	8,	**8**,	**5**,	5.
Meinong's und Witasek's	teilweise	8,	**5**,	**8**,	5.

Külpe's Angaben endlich können mit Faist's direkter Beobachtung in Übereinstimmung gebracht werden, lassen aber auch noch die Möglichkeit frei, dafs **8** und 5 die Plätze vertauschen.

Wir sehen, die einzige durchgehende Übereinstimmung betrifft die Oktave, welche, wie natürlich, überall an der Spitze steht. Jedes der drei übrigen Intervalle nimmt jeden der drei noch verfügbaren Plätze ein, den zweiten, dritten, vierten. Wie solch' ein buntes Bild zu stande kommen kann, werden wir weiter unten erläutern. Soviel aber sieht man einstweilen, dafs wir in Hinsicht der Thatsachen nicht klüger geworden sind und dafs nur in der Negierung meiner Aufstellungen Einigkeit herrscht.

Ich frage nun aber wiederum: Woran erkennen wir überhaupt die Doppeloktave, wenn nicht daran, dafs die beiden Töne die gleiche Verschmelzung und nur gröfsere Distanz haben wie bei der Oktave? — Da wir uns über die Distanz leicht täuschen, so kann es auch leicht geschehen, dafs wir eine Doppeloktave für die Oktave, eine Tripeloktave für die Doppeloktave u. s. w. halten; aber es wird bei einem musikalischen Menschen kaum vorkommen, dafs er die Duodezime mit der Oktave oder der Doppeloktave verwechselt, obwohl sie in Hinsicht der Tondistanz den beiden nähersteht als diese sich untereinander stehen. Extreme Einheitlichkeit des Eindrucks ist es eben, woran auch die multiplen Oktaven als Angehörige der Oktavengattung zu erkennen sind. Wenn nun gar die Doppeloktave, wie es nach einigen dieser Beobachter der Fall sein soll, in Hinsicht ihrer Verschmelzung nicht blofs nach der Oktave, sondern sogar nach der Duodezime kommt, so wüfste ich mir die Sicherheit im Erkennen dieses Intervalls nicht zu erklären.

Ferner möge sich jeder fragen, ob nicht ein Vierklang aus Oktaven, etwa $C — c — c^1 — c^2$, denselben Charakter des Unisono aufweist wie ein Zweiklang $c — c^1$. Wie ist dies nun möglich, wenn zwar je zwei benachbarte Glieder dieser Reihe untereinander volle Verschmelzung zeigen, die entfernteren aber immer mehr abnehmende? Man kann nicht etwa annehmen, dafs C und c^2 durch die dazwischenliegenden zwei Töne zu einer stärkeren Verschmelzung gebracht würden als wenn sie für sich allein erklingen, da nach dem vorhin erwähnten Gesetz die Verschmelzung zweier Töne durch einen dritten nicht beeinflufst wird.

Entweder ist die behauptete Abnahme der Verschmelzung durch Erweiterung eines Intervalls um eine oder mehrere Oktaven so geringfügig, dafs sie gegen die Unterschiede der Verschmelzungsstufen innerhalb einer Oktave verschwindet —, dann wird man

sich schwerlich darüber einigen, ob und nach welcher Regel diese Abnahme bei den verschiedenen Intervallen eintritt, auch würde ich es in diesem Fall beinahe für einen Streit um des Kaisers Bart ansehen. Oder aber die Abnahme ist eine beträchtliche, und dann mufs ein konsonantes Intervall durch blofse Oktavenerweiterung zuletzt in ein dissonantes übergehen, was der Musiker nun und nimmer zugeben wird. Die Terz behält immer ihren eigentümlichen mittleren Verschmelzungsgrad, demzufolge sie uns eben als Terz erscheint, mag sie auch um zwei, drei, vier Oktaven erweitert werden. Nur wenn wir dabei in die höchsten, musikalisch nicht mehr gebrauchten Regionen kommen, hört mit den Verschmelzungsunterschieden auch die hierarchische Stellung jedes Intervalls in der Konsonanzreihe auf.

Auch dies darf wohl als eine Bestätigung angesehen werden, dafs die alten griechischen Musiktheoretiker, die ausdrücklich die Verschmelzung als mafsgebend betrachteten, die Intervalle über eine Oktave, soweit sie sie in ihre Klassifikation aufnahmen, mit den bezüglichen Intervallen innerhalb der Oktave zu Einer Gruppe rechneten. So gehört für PTOLEMÄUS die Doppel- und Tripeloktave mit der Oktave zusammen zur ersten Klasse, die er „homophon" nennt, die Duodezime u. s. w. mit der Quinte zusammen zur zweiten Klasse, die er „symphon" nennt; und er stellt ausdrücklich das Gesetz auf, dafs die Oktave, zu jedem beliebigen Intervall hinzugefügt, dessen Art nicht verändere, weil hier eben beide Töne wie Ein Ton wirkten. Man kann freilich aus der Geschichte Zeugnisse für alle möglichen Ansichten beibringen, aber da die griechischen Musikforscher in Bezug auf das Wesen der Konsonanz offenbar richtiger gesehen haben, als die meisten Neueren, die es in zusammenfallenden Obertönen oder in Annehmlichkeitsgefühlen suchen, so dürfen wir auch ihre Anschauung über die Stufenordnung der Konsonanzen wohl auf die Wagschale legen.[1]

---

[1] Manche der späteren Pythagoreer kamen allerdings, indem sie die sogenannte Einfachheit der Zahlenverhältnisse als mafsgebend benutzten, zu anderen Anordnungen, wie: Oktave, Duodezime, Doppeloktave, Quinte. Aber die Verschiedenheit der Anordnung, zu der sie kamen, ist ein Zeichen, dafs man eben nicht einseitig arithmetisch hier vorgehen kann.

Ich bleibe daher, obschon ich die Schwierigkeit dieser Frage nicht verkenne, in der ich selbst schon vor dem Erscheinen der Tonpsychologie alle nur möglichen Ansichten durchprobierte, auch jetzt bei der obigen Aufstellung. Jedenfalls ist sie zunächst diejenige, aus der sich die musikalischen Thatsachen am ungezwungensten begreifen lassen, und die musikalischen Thatsachen sind auch Bewufstseinsthatsachen.

Woher kommt aber die besondere Schwierigkeit dieser Frage? Warum findet man sich so leicht verleitet, die Verschmelzung mit der Oktavenerweiterung abnehmen zu lassen?

Zunächst natürlich wegen der zunehmenden Distanz. Es spielt wieder die Neigung mit, überall wo die Töne leichter unterschieden werden können, sogleich auch eine geringere Verschmelzung zu statuieren. Aber die Distanz selbst bedingt eine gröfsere Leichtigkeit der Unterscheidung auch nicht für sich allein und in allen Fällen, sondern nur wenn zugleich das Intensitätsverhältnis der beiden Töne einen ganz bestimmten Wert besitzt. Die Töne der Doppeloktave sind je nachdem schwerer und leichter unterscheidbar als die der Oktave, man braucht nur den höheren Ton einmal etwas schwach, einmal etwas stark anzugeben. Wie stark mufs ich ihn nun angeben, wenn er die gleiche Empfindungsintensität haben soll, die der höhere Ton der Oktave hatte? Da liegt der Kern der Schwierigkeit! Es ist äufserst schwer, zwei Töne in Hinsicht ihrer Intensität zu vergleichen, wenn sie in der Tonreihe nicht nahe beisammen liegen; und je weiter sie sich entfernen, um so schwieriger. Dazu kommt, dafs wahrscheinlicherweise das Intensitätsverhältnis, welches zwei Töne gegeneinander haben, wenn sie successive gehört werden, sich für die Empfindung verschiebt, wenn dieselben Töne mit derselben objektiven Stärke gleichzeitig angegeben werden, und dafs dieses wiederum je nach der Distanz und dem Intervall in verschiedenem Mafse der Fall ist.

Man kann nun allerdings versuchen, sich in seinem Urteil von dem Einflufs der Intensitätsverschiedenheiten ebenso wie der Distanzverschiedenheiten freizumachen. Es ist doch nicht unbedingt erforderlich, dafs zwei Empfindungen, deren Verhältnis in irgendeiner Beziehung wir beurteilen sollen, in allen anderen Beziehungen einander gleich seien. Wir können von den störenden Ungleichheiten „abstrahieren". Wir thun dies bei hinreichender Übung ohne grofse Schwierigkeit, wenn es sich

z. B. darum handelt, bei zwei aufeinanderfolgenden Tönen, deren einer erheblich schwächer ist als der andere, das Intervall zu bestimmen, vorausgesetzt daſs sie in einem der gebräuchlichen musikalischen Verhältnisse stehen; oder auch, zu sagen, welcher der höhere ist, vorausgesetzt daſs der Höhenunterschied nicht zu gering ist. In unserm Falle ist die Schwierigkeit wohl deswegen gröſser, weil wir nicht gewohnt sind, die Verschmelzung für sich zu beobachten, sondern wenn überhaupt, in Verbindung mit andern Kriterien der Intervallschätzung. Ähnlich wie wir in der räumlichen Wahrnehmung bei hinreichender Übung relativ leicht die Entfernung schätzen, dagegen schwerer die einzelnen Momente für sich beurteilen, durch welche das Entfernungsurteil zu stande kommt, den Konvergenzgrad der Augenmuskeln, die Unterschiede der Helligkeit, der Flächengröſse (scheint uns doch ein näher kommendes Objekt seine Gröſse oft kaum zu verändern) u. s. w.

Auf diese Weise glaube ich denn auch durch direkte Beobachtung über die Unabhängigkeit der Verschmelzungsgrade von der Oktavenerweiterung vergewissert zu sein; aber ich begreife vollkommen, daſs in diesem Punkte Meinungsverschiedenheiten auftreten können.

Die vorstehenden Erwägungen mögen vielleicht dienlich sein, um sowohl auf indirektem Wege die aufgestellte Behauptung als eine nicht leicht zu umgehende zu erweisen als auch der direkten Beobachtung den Boden zu bereiten.

10. Wir sehen uns so zuletzt auf methodische Betrachtungen geführt, die ich nun noch etwas erweitern will. Ich verweile aber nicht bei einzelnen Zweifeln oder Ausstellungen in Hinsicht der neueren Versuche, z. B. daſs die Geige und zumal während man sie selbst spielt, kein geeignetes Instrument zu genauen Beobachtungen in unserer Angelegenheit ist; daſs man nicht gut zum Angeben eines Intervalls zwei verschiedene Zungenapparate benutzen kann, von denen der eine um zwei Schwingungen höher steht und mit denen auch nur schwer die genaue Gleichzeitigkeit der Töne erzielt werden kann; daſs man ein thatsächlich gefälltes Urteil nicht falsch verstehen oder aufzeichnen darf u. s. w. — Bedenken, welche Meinong und Witasek selbst nicht entgangen sind. Im wesentlichen dürften doch die Ergebnisse durch diese Mängel nicht alteriert worden sein. Ich will daher nur einige prinzipielle Punkte hervorheben.

Ist die Übereinstimmung der Ergebnisse bei Anwendung zweier verschiedener Methoden nicht gerade ein Beweis für die Brauchbarkeit dieser Methoden, so spricht sie doch sicherlich zu ihren Gunsten, wenn nicht von vornherein einleuchtende Fehlerquellen darin liegen, die jene Übereinstimmung als zufällig erscheinen lassen. Da ich solche Fehler nicht entdecken kann, so glaube ich aus den bisherigen Ergebnissen schliefsen zu dürfen, dafs für die Feststellung der gröfseren Verschmelzungsunterschiede sowohl die direkte Beobachtung von seiten Musikalischer als die Kollektivversuche an Unmusikalischen gute Methoden sind. Beide führen auch ungefähr gleich weit. Wo die Übereinstimmung aufhört, verliert sich auch beiderseits die Durchsichtigkeit der Ergebnisse überhaupt.

Dafs die direkte Beobachtung von vorn herein der einfachste und einwandfreieste Weg ist, versteht sich ohnedies von selbst. Die Angaben der alten Schriftsteller, welche die Konsonanz und ihre verschiedenen Grade durch die Verschmelzung definieren, ruhen natürlich auch schon auf dieser Basis, wenn sie auch meistens nicht im Zusammenhang psychologischer Studien und nicht mit dem Bewusstsein der eigentümlichen Stellung des Verschmelzungsverhältnisses in dem System der Begriffe, durch die wir die Empfindungsinhalte beschreiben, erfolgt sind.[1]

Aber auch die Methode der Massen- oder K o l l e k t i v v e r s u c h e an Unmusikalischen, die Manche a priori äufserst be-

[1] Ich würde immerhin auch zufrieden sein, wenn jemand nicht durch meine Beobachtungen, sondern durch die der alten Griechen sich überzeugt erklärte. Aber für eine verkehrte Basis mufs ich es ansehen, wenn Külpe den besten thatsächlichen Beweis für die Verschmelzungsgrade „nicht sowohl in den eigenen Beobachtungen Stumpf's und seinen fragwürdigen Experimenten an Unmusikalischen, als vielmehr in der geläufigen Unterscheidung unvollkommener und vollkommener Konsonanzen und Dissonanzen in der Harmonielehre“ findet (*Zeitschr. f. Psych.* V, 366). Dafs man Konsonanzen verschiedenen Grades von jeher unterschieden hat, beweist hier garnichts. Es fragt sich eben, woran und wodurch man sie unterschieden hat, und darüber sind bekanntlich die Meinungen zu verschiedenen Zeiten sehr auseinandergegangen. Das was Külpe in Wirklichkeit von den Verschmelzungsthatsachen überzeugt hat, sind ohne Zweifel seine e i g e n e n subjektiven Beobachtungen gewesen, und ich kann es ihm nicht verdenken, wenn er sich darauf mehr verläfst als auf die meinigen; aber wenn sie mit den meinigen übereinstimmen, ist doch auch kein Grund, diesen zu mifstrauen.

denklich gefunden haben, ist vollkommen brauchbar, solange sie sich auf gröbere Verschmelzungsunterschiede beschränkt. Ebenso wie ich selbst bei drei verschiedenen Gruppen von Personen jedesmal dieselben Resultate erhielt, so ist es nun auch bei Faist geschehen. Es müssen dazu stark Unmusikalische benutzt werden, worüber man sich vorher durch die von mir angegebenen Kriterien vergewissern kann. Keineswegs ist es von vornherein widersinnig, Unmusikalische zu Studien über Töne heranzuziehen. Es kommt blofs darauf an, dafs sie überhaupt beobachtungsfähig sind und dafs man ihnen Fragen vorlegt, die ihren Fähigkeiten angemessen sind, nicht etwa z. B., ob ein Unterschied von 0,3 Schwingungen eben merklich sei, oder ob die Tondistanz *c*—*d* oder die *d*—*e* die gröfsere sei. Gerade für die prinzipiellen Fragen der Musiktheorie wird man auch künftig noch in andern entscheidenden Punkten zu Urteilsreihen an Unmusikalischen greifen müssen. Das Zusammenrechnen der Urteile der einzelnen Teilnehmer aber ist notwendig, um grofse Zahlen zu erhalten, da eine zu lange Fortsetzung der Versuche an Einzelnen ihre Unterscheidungsfähigkeit über die Grenze hinaus steigern würde, innerhalb deren eine genügende Anzahl falscher Fälle, die Folgerungen gestattet, sich ergiebt. Im einzelnen kann natürlich immer über die Zweckmäfsigkeit dieser oder jener Mafsregel gestritten werden. In mancher Beziehung scheint mir Faist's Einrichtungsweise besser, in anderen die meinige, aber es lohnt sich angesichts der gleichen Ergebnisse nicht, darüber ausführlicher zu sein. Sind doch selbst die Prozentzahlen der falschen Fälle hier wie dort nicht sehr verschieden. Man kann nunmehr geradezu voraussagen, dafs bei stark Unmusikalischen für die Oktave etwa 75 % falscher Fälle, für die Quinte etwa 40—60 %, für die Quarte etwa 28—36 %, für die Terzen etwa 20—30 %, jedesmal aber diese Reihenfolge mit deutlichen Abständen resultieren wird.

Über die hinreichende Gleichartigkeit der Urteilssubjekte mufs man sich natürlich, abgesehen von der Voruntersuchung, aus den Urteilstabellen vergewissern, und ich habe seinerzeit bereits bemerkt, dafs in meinen Versuchen die gröfseren Unterschiede auch schon in den Tabellen der einzelnen Teilnehmer wahrzunehmen waren, obgleich hier wegen der viel geringeren absoluten Zahlen gelegentlich Ausnahmen vorkamen. Neuerdings ist das Prinzip der Kollektivversuche im Berliner psycho-

logischen Seminar auch für andere Fragen (Unterschiedsempfindlichkeit und Reinheitsurteile) angewandt worden, hierbei natürlich an gut musikalischen Individuen, und es wurde dann, um zugleich die Brauchbarkeit der Methode zu prüfen, an einem einzelnen Individuum eine viel gröfsere Anzahl von Versuchen mit derselben Fragestellung gemacht. Es zeigte sich, dafs die Ergebnisse auf dem einen und anderen Weg in den Hauptpunkten durchaus miteinander übereinstimmten.

Drei Grundbedingungen dürfen aber bei den Kollektivversuchen über Verschmelzung, von allen übrigen Kautelen abgesehen, meines Erachtens niemals übersehen werden, wenn aus den erhaltenen Anzahlen falscher Urteile Schlüsse auf die Verschmelzung gezogen werden sollen. Wir haben bereits im einzelnen die Kritik verschiedener Aufstellungen darauf gegründet, wollen aber noch einmal zusammenfassend darauf hinweisen:

1. Die Unterschiede der Zahlen müssen bedeutend sein und, wenn nicht ausnahmslos, doch sehr konstant auftreten.

2. Wenn ein Intervall erheblich mehr falsche Urteile aufweist als ein anderes, so kann ein gültiger Schlufs auf gröfsere Verschmelzung gleichwohl nicht gezogen werden, wenn das erste zugleich eine erheblich kleinere Tondistanz darstellt; denn in diesem Falle könnte der Grund eben hierin liegen. Im umgekehrten Falle wird dagegen der Schlufs auf gröfsere Verschmelzung um so kräftiger sein. Er ist daher gerechtfertigt bei der Oktave gegenüber der Quinte, bei der Quinte gegenüber der Quarte, bei der Quarte gegenüber der Terz; er ist aber nicht gerechtfertigt bei der Quinte gegenüber der Duodezime, bei der Oktave und der Duodezime gegenüber der Doppeloktave, bei den Terzen gegenüber den Sexten, bei der grofsen Sekunde gegenüber der grofsen Septime, selbst wenn in den beiden letzteren Fällen bedeutendere und konstantere Unterschiede auftreten als es bisher der Fall gewesen ist. Man kann in solchen Fällen den Schlufs zugeben, kann ihn aber auch nicht zugeben.

3. Die sämtlichen Töne der in einer Versuchsreihe benutzten Intervalle müssen untereinander annähernd gleiche Stärke besitzen. Schon die absolute Stärke kann einen Unterschied machen, noch mehr natürlich das Stärkeverhältnis zweier Töne innerhalb eines Intervalls. An sich wäre eine Versuchsreihe denkbar, in welcher z. B. der höhere Ton jedes Intervalls

schwächer wäre als der tiefere, aber überall im gleichen Verhältnis. Da wir aber kein Mittel besitzen, hierüber auch nur annähernd genau zu entscheiden, so bleibt nur übrig, dafs die Töne gleichstark genommen werden, worüber wir zwar auch nicht genau, aber doch bei nicht zu weit auseinanderliegenden Tönen hinreichend gut urteilen können. Bei der Konstruktion von Musikinstrumenten wird ja von vornherein darauf gesehen, dafs die Töne auch im Zusammenklang bei gleich starkem Anschlag möglichst gleich stark klingen (bei der Orgel innerhalb eines Registers). Aber das Gehör hat hierüber nur bei Tönen, die nicht zu weit, etwa nicht weiter als eine Oktave, auseinander liegen, ein ziemlich sicheres Urteil; und gerade die Gehörsintensität ist es natürlich, auf die es hierbei ankommt, nicht die physikalische.

Wir sahen im Vorangehenden, dafs manche Folgerungen aus den neueren Versuchen auf Grund dieser Postulate wankend werden.

Die zweite und dritte Forderung ist auch bei der direkten Beobachtung von Wichtigkeit. Wir sind hier zwar weniger unbedingt daran gebunden, weil die Möglichkeit besteht, bei grofser Übung sich von den genannten Einflüssen frei zu machen. Aber nützlich und sicherer wird es immer sein, ihnen so weit als möglich in der Einrichtung der Versuche Rechnung zu tragen. Man wird sonst gelegentlich Gegenurteile bekommen, wie sie MEINONG in seiner Tabelle ehrlich gebucht hat: aber hier bei der direkten Beobachtung kann man doch eigentlich nicht mit Aufzählung der Urteile pro und contra vorgehen, sondern mufs eben die Erscheinung so lange studieren, bis man zu einer Überzeugung gekommen ist, und wenn dies nicht gelingt, so ist alles umsonst und läfst sich nur eben sagen: non liquet. Nicht aber kann man aus der gröfseren Zahl der Urteile von der einen Art (z. B dafs die Quintenverschmelzung der Duodezimenverschmelzung überlegen sei) eine gröfsere Wahrscheinlichkeit dieser Urteile gegenüber den entgegengesetzten Urteilen ableiten. Ich war, wie gesagt, ebenfalls über einzelne Punkte der Verschmelzungsthatsachen zeitweise anderer Meinung als ich jetzt bin, aber ich würde es nicht gelten lassen, wenn ein Protokollant meine früheren Urteile über das Verhältnis zweier Intervalle (Urteile, die sich, wenn überhaupt in bestimmter Anzahl ausdrückbar, gewifs auf viele Hunderte belaufen würden) Stück für Stück aufgeschrieben

hätte und sie mir nun vorhielte, um sie mit der Anzahl der gegenwärtigen zu vergleichen. Und natürlich könnte ich, wenn es gälte, auch die jetzigen auf beliebig viele Hunderte steigern. Bei direkten Beobachtungen (sofern sie nicht etwa, wie Gröfsenmessungen, eine Anzahl von Werten ergeben, die innerhalb bestimmter Grenzen schwanken, sondern sich nur auf ja oder nein, gröfser oder kleiner, höher oder tiefer u. s. w. beziehen), kommt es nicht auf die Anzahl, sondern auf die Evidenz an, und diese ist bedingt durch den Grad der Übung und der Unabhängigkeit gegenüber störenden Nebeneinflüssen, die sich der Beobachter erworben hat. Ein einziges Urteil, bei dem man sich deutlich bewufst ist, von allen möglichen Nebeneinflüssen frei und nur durch die zu beurteilenden Eigenschaften selbst bestimmt gewesen zu sein, wiegt wenigstens für den Urteilenden selbst alle entgegenstehenden Urteile auf, bei denen er hierüber nicht sicher ist, und mögen ihrer noch so viele sein. Welches Gewicht Andere ihm zuschreiben wollen, hängt von ihrem Zutrauen zu dem Urteilenden ab, und da ist das Vorkommen von Gegenurteilen bei diesem nur eben ein Zeichen, dafs er es gegenüber der fraglichen Erscheinung noch nicht zu der erforderlichen Verfassung gebracht hat; was ich inanbetracht der oben charakterisierten Schwierigkeiten in den meisten Meinong'schen Fällen vollkommen begreiflich finde.

Nach allem dem halte ich es für ausgeschlossen, dafs wir mit den erwähnten zwei Methoden in der Feststellung der Verschmelzungsunterschiede erheblich weiter kommen als es in den oben (1.—5.) diskutierten Ergebnissen der Fall ist. Die feineren Verschmelzungsunterschiede, die innerhalb der Terzengruppe und der auf sie folgenden Gruppen bestehen mögen, werden so kaum zu ermitteln sein, es sei denn, dafs im Laufe der Jahrhunderte oder Jahrtausende das Gehör und zugleich die Beobachtungsfähigkeit in dieser Richtung sich noch mächtig entwickeln. Helmholtz sagt einmal: man mufs Brennholz nicht mit einem Rasiermesser schneiden wollen. Ebenso mufs man sich aber auch nicht mit einem Beil rasieren oder mikroskopische Schnitte machen wollen.

Glücklicherweise hat es aber auch, soviel ich wenigstens sehe, mit dem Aufsuchen minutiöser Verschmelzungsunterschiede keine Eile. Denn vorläufig haben die Verschmelzungsstufen, abgesehen von dem begrifflichen Interesse der Sache, eine ersichtlich hervorragende

Bedeutung nur für die Musiktheorie, und für diese wäre es zwar noch interessant, ob die grofse und die kleine Terz oder Sexte oder Septime sich darin unterscheiden, noch feinere Unterschiede dürften aber kaum zu irgendwelchen Folgerungen oder Erklärungen in der Musikpsychologie nützen. Die Unterschiede unter den Akkorden in Hinsicht ihres Wohlklangs oder ihrer Wohlgefälligkeit ruhen auf so vielen anderen starken Motiven, namentlich solchen, die aus dem ganzen Zusammenhang und der historischen Entwickelung des Musiksystems hervorwachsen, dafs jene allenfallsigen feinsten Verschmelzungsunterschiede dagegen verschwinden.

Zur Theorie der Differenztöne und der Gehörsempfindungen überhaupt.

Von

Max Meyer.

In meiner Abhandlung „Ueber Kombinationstöne", *Zeitschr. f. Psychol.* Bd. XI, habe ich die wichtigsten bis dahin bekannten Thatsachen über Differenztöne angeführt und die Möglichkeit einer Theorie dieser Thatsachen zu zeigen versucht. Da mir schon damals die Resonanzhypothese unzureichend erschien, so stellte ich mir die Aufgabe, darzulegen, wie aus einer mechanisch möglichen andersartigen Zerlegung der auf das Gehörsorgan einwirkenden Klangwelle die wirklichen Erscheinungen erklärt werden können. Nur als eine Ergänzung zu meiner Theorie der Wellenzerlegung nahm ich dann auch noch Resonanzwirkung, doch in unvollkommenem Grade, an. Ich bin jetzt bei Fortführung dieser Untersuchungen dahin gelangt, die Resonanzhypothese gänzlich verwerfen zu müssen, da die Widersprüche, auf die man durch sie geführt wird, sich immer mehr häufen. Andererseits ist es mir gelungen, meinen theoretischen Prinzipien eine, wie mir scheint, sichere anatomische Grundlage zu geben und zugleich eine neue geometrische Darstellung zu finden, die den Vorzug hat, nicht nur — in ihren einzelnen Theilen wenigstens — ein Abbild der Klangwelle zu sein, sondern uns auch eine übersichtliche Anschauung zu gewähren von dem zeitlichen und örtlichen Verlaufe einer gewissen durch die Gehörknöchelchen auf das Gehörorgan übertragenen Bewegung.

Damit wir das Thatsachenmaterial nach Möglichkeit beisammen haben, will ich zunächst die Ergebnisse meiner früheren Abhandlung in kurzer Zusammenfassung wiedergeben und dann neue Beobachtungen anschliessen.

Die Differenztöne sind subjektiven Ursprungs [1], d. h. sie entstehen durch die eigenthümliche Funktion unseres Gehörorgans. Eine allgemein geltende Formel, aus der man für jeden Einzelfall ableiten könnte, welche Differenztöne entstehen müssen, giebt es nicht. Doch haben sich nach meinen Beobachtungen die folgenden Regeln als richtig erwiesen.

Bei Halbton- oder noch kleineren Intervallen entsteht einzig und allein der direkt der Differenz der Primärtöne entsprechende Differenzton, z. B. (in Verhältnisszahlen ausgedrückt) beim Intervall 19 : 20 der Ton 1.

Bei grösseren Intervallen bis zur Oktave hin, von denen die Voraussetzung erfüllt wird, dass ihre Verhältnisszahlen sich um eine Einheit unterscheiden, entstehen ausser 1, der am stärksten auftritt, noch einige derjenigen Töne, die den in der absteigenden Zahlenreihe auf die Primärtöne zunächst folgenden Zahlen entsprechen, z. B. beim Intervall 8 : 9 ausser 1 noch 7, 6 und 5, bei 6 : 7 ausser 1 die Töne 5 und 4; unterscheiden sich die Primärtöne um mehr als eine Einheit, so entstehen die Differenztöne $h-t$, $2t-h$ und $2h-3t$, wobei h die Schwingungszahl des höheren, t die des tieferen Tones darstellt. Der stärkste von diesen drei Tönen ist bei Intervallen, die kleiner sind als die Quinte, der Ton $h-t$, bei den Intervallen zwischen Quinte und Oktave der Ton $2t-h$; z. B. ist beim Intervall der kleinen Sexte — 5 : 8 — der stärkste Differenzton 2, die beiden andern sind 3 und 1. Für ein starkes Auftreten des Differenztones $2t-h$ ist in jedem Falle günstig ein Ueberwiegen der Stärke des tieferen Primärtones über die des höheren.

Bei Intervallen, die über die Oktave hinausgehen, entsteht derjenige Ton, dessen Verhältnisszahl gleich der kleinsten Differenz ist, die man erhält, wenn man h vom Doppelten oder Dreifachen von t (bezw. dieses von h) abzieht. So hört man beim Intervall 4 : 9 den Differenzton 1, da $9-2\cdot4=1$, bei 4 : 11 ebenfalls 1, da $3\cdot4-11=1$ ist.

---

[1] In gewissen Fällen vorkommende objektive Kombinationstöne interessiren uns hier nicht.

Diese Regeln beziehen sich zunächst nur auf einen Zusammenklang von zwei Tönen. Bei drei und mehr gleichzeitigen Primärtönen pflegen alle diejenigen Differenztöne hörbar zu werden, die man beim Zusammenklange von je zweien der Primärtöne beobachtet. Ausserdem treten dann gewöhnlich noch neue Differenztöne auf, die der Differenz der Verhältnisszahlen je zweier ursprünglichen, d. h. schon im Zweiklange zu Gehör kommenden (Primär- und Differenz-) Töne entsprechen. Doch darf man sich, wenn man vor Täuschungen bewahrt bleiben will, nie auf eine Regel verlassen, sondern muss durch Beobachtung feststellen, welche Differenztöne bei jedem einzelnen in Frage kommenden Mehrklange sich bemerkbar machen.

Sind die bezüglichen Differenzen klein, so hört man stets neben den Differenztönen (bei ganz kleinen Differenzen an ihrer Statt) die entsprechende Anzahl Schwebungen.

Neue Beobachtungen.

I. Ganz und gar zu verwerfen ist das Verfahren, einfach die Differenzen aller Paare von Schwingungszahlen zu bilden, die den in einem Mehrklange enthaltenen Tönen zukommen, und dann zu behaupten, alle diesen Differenzen entsprechenden Töne gelangten wirklich zur Empfindung. Dass dies auf ganz falsche Bahnen leitet, werde ich an zwei Helmholtz' „Tonempfindungen" entnommenen Beispielen zeigen. Als Helmholtz seine „Lehre von den Tonempfindungen" schrieb, war das über Differenztöne vorhandene Thatsachenmaterial noch viel dürftiger als heutzutage. Nur so ist es erklärlich, dass er durch den Umstand, dass in gewissen, wenn auch seltenen Fällen objektive, durch physikalische Mittel nachweisbare Kombinationstöne[1] vorkommen, zu der Ansicht gebracht wurde, die allgemein in der mehrstimmigen Musik zu beobachtenden Differenztöne seien ebenfalls objektiven, physikalischen Ursprungs und durch eine

---

[1] Die objektiven Kombinationstöne sind theils höher, theils tiefer als die Primärtöne, während die subjektiven Differenztöne, wie schon ihr Name zum Ausdrucke bringt, stets tiefer sind.

mechanische Theorie ableitbar. Wäre nun selbst diese Voraussetzung richtig, so würde HELMHOLTZ' mathematische Deduktion doch noch an dem Mangel leiden, dass sie von ihm nur für den Zusammenklang von zwei Tönen wirklich durchgeführt ist; was in dem Falle eines Zusammenklanges von vier bis fünf Tönen geschehen muss, wie er — ganz abgesehen von den Obertönen — in der Musik häufig genug ist, wäre daraus nicht ohne weiteres zu ersehen.

Unter den Dur-Dreiklängen in verschiedenen Lagen finden wir bei HELMHOLTZ folgendes Beispiel:



Die Halbnoten bezeichnen die Primärtöne, deren Verhältnisszahlen 5, 6, 16, die Viertelnoten die Differenztöne, deren Verhältnisszahlen 6 — 5 = 1, 16 — 6 = 10 und 16 — 5 = 11 sind. Ich habe nun diesen Klang untersucht und festgestellt, dass zwar 1 sehr stark, von sonstigen Differenztönen aber, also auch von 10 und 11 keine Spur zu hören ist.[1] Dem Moll-Dreiklange in der einfachsten Lage, dessen Zahlenverhältniss 10 : 12 : 15 ist, weist HELMHOLTZ die Differenztöne 12 — 10 = 2, 15 — 12 = 3, 15 — 10 = 5 zu. Eine sorgfältige Analyse, der ich diesen Dreiklang unterwarf, ergab Folgendes: Am stärksten von allen Differenztönen macht sich die Tonsumme 1 + 2 geltend. Ich spreche hier von der Summe beider Töne, weil es wegen ihrer starken Verschmelzung äusserst schwer ist, über die Intensität eines einzelnen von beiden zu einem bestimmten Urtheile zu kommen. Recht stark ist ferner der Ton 7. Etwas schwächer treten die Töne 3, 5, 6 und 8 auf. Sehr schwach hörbar ist der Ton 9. Wir hören also bei diesem Moll-Dreiklange gleichzeitig die den Zahlen 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, (9), 10, 12, 15 entsprechenden Töne. Dass die Methode, die Differenztöne durch alle möglichen Subtraktionen

[1] Diese und die folgenden Beobachtungen beziehen sich stets, wenn nicht ausdrücklich anderes angegeben ist, auf Töne von Stimmgabeln auf Resonanzkästen.

zu bestimmen, völlig unbrauchbar ist, geht aus diesen Beispielen klar hervor; sie liefert bald zu viel, bald zu wenig, nur selten die richtigen Differenztöne.

II. Beim Intervall 5:8 ist, wie ich erwähnte, der Ton 2 im Allgemeinen der stärkste der drei Differenztöne. Dies trifft jedoch nur dann zu, wenn das Intervall ziemlich rein gestimmt ist. An Tönen der zweigestrichenen Oktave habe ich beobachtet, dass die Differenztöne 1 und 2 um so schwächer werden, je mehr das Intervall verstimmt wird. Bei einer Verstimmung des höheren Primärtones um etwa 8 Schwingungen ist der Ton $2t - h$ nur noch mit Mühe, $h - t$ dagegen sehr deutlich hörbar. Man sieht daran, wie wichtig es ist, sich bei Differenztonbeobachtungen stets zu versichern, dass das zu untersuchende Intervall auch ganz rein gestimmt ist, da man sich sonst leicht zu falschen Schlussfolgerungen verleiten lässt.

III. Eine nicht ganz unwichtige Beobachtung habe ich noch beim Intervall der kleinen Sexte gemacht, dass man nämlich unter Umständen wohl einen Differenzton, den ihn erzeugenden Primärton aber nicht hören kann. Bekanntlich tritt bei Intervallen zwischen Quinte und Oktave der zweite Differenzton ($2t - h$) stärker hervor als der erste; ja vielfach ist er überhaupt allein zu hören. Bei Tönen der kleinen und eingestrichenen Oktave, wie ich sie zu meinen Beobachtungen am liebsten verwende, höre ich nun beim Intervall 5:8 den Ton 3 nur dann einigermaassen deutlich, wenn 8 recht stark tönt; dagegen die Töne 1 und 2 (ich nehme hier beide immer zusammen, da ich nicht im Stande bin in jedem einzelnen Falle zu sagen, wie viel von dem tiefen Differenztone auf 1, wieviel auf 2 kommt, wenn er auch manchmal mehr, manchmal weniger brummend ist) höre ich stets deutlich, besonders stark freilich, wenn die Gabel 5 stark ertönt. Bei Gabeln der zwei- und dreigestrichenen Oktave dagegen höre ich auch den Differenzton 3 leicht und deutlich. Ich glaube, dass dieses Verhalten seinen Grund in verschiedener Stärke irgend welcher Theiltöne bei den verschieden hohen Gabeln hat, kann freilich bestimmte Vermuthungen in dieser Hinsicht nicht aussprechen. Dass die absolute Tonhöhe hier irgend einen Einfluss haben könnte, halte ich für sehr unwahrscheinlich, zumal da bei noch höheren, durch GALTON-Pfeifchen hervorgebrachten Tönen, sobald man die Quinte über-

schritten hat, wiederum nur der zweite Differenzton deutlich zu hören, vom ersten kaum eine Spur zu entdecken ist. Ich habe nun bereits früher nachgewiesen, dass der tiefe Differenzton (1 plus 2) beim Intervall 5:8 auch dann bestehen bleibt, wenn der Oberton 10 durch Interferenz beseitigt ist. Jetzt habe ich noch folgenden Versuch angestellt. Durch Flaschen wurde ein starker Ton 5 und ein schwacher Ton 8 hervorgebracht. Sie wurden vermittelst einer durch das anstossende Zimmer hindurchführenden fast 8 Meter langen Röhre aus einem dritten Zimmer (wie immer bei derartigen Versuchen) beobachtet. Bei dem Tone 5 konnte durch Verwerthung der Resonanz der Röhrenleitung erreicht werden, dass trotz seiner Stärke am Ende der Leitung (er liess freilich auch sonst nur eine schwache Oktave und Duodezime hören) kein Oberton herausgehört werden konnte. Der Ton 8 wurde so schwach gemacht, dass er im Zusammenklange mit 5 nicht herauszuhören war. Trotzdem bewirkte das thatsächliche Hinzutreten des höheren Tons zu 5 eine äusserst auffallende Veränderung des Klanges. Es trat nämlich sofort der tiefe Differenzton (1 plus 2) auf, und das Ganze nahm einen sehr tiefen, brummenden Charakter an. Man hört also hier einen Differenzton, obwohl man den ihn erzeugenden Ton gar nicht hört. Von dem Differenztone 3 ist in diesem Falle, wie ich noch bemerken möchte, ebensowenig etwas zu hören wie von dem Primärtone 8.

IV. Auf noch eine bemerkenswerthe Erscheinung möchte ich aufmerksam machen. Wenn man beim Intervall 4:5 die Primär- und Differenztöne aufmerksam beobachtet, so hört man (und zwar habe ich dies bei Stimmgabel- wie bei Zungentönen in gleicher Weise bemerkt), dass der Primärton 4 und der Differenzton 3 immer abwechselnd hervortreten. Zuerst glaubte ich, da mir dies an einem nicht völlig rein gestimmten Intervalle auffiel, dass es sich hier um Schwebungen handle. Aber bei reinen Intervallen tritt dieselbe Erscheinung ein, und ausserdem haben wir hierbei keinen Rhythmus, sondern der Wechsel der Empfindung tritt unregelmässig ein, gewöhnlich nach etwa einer halben Sekunde, oft auch nach 1 $^1/_2$ Sekunden. Man hört stets gleichzeitig beide Töne, 3 auch 4, aber abwechselnd ist immer der eine, dann der andere stärker. Der Eindruck ist ein ähnlicher, als wenn man Kirchenglocken läuten hört. Ich

habe versucht durch Konzentration der Aufmerksamkeit auf einen der beiden in Frage kommenden Töne den Umschlag der Empfindung zu verhindern. Es ist mir nicht gelungen. Der Wechsel trat ein, ob ich wollte oder nicht. Uebrigens ist diese Erscheinung keineswegs auf das Intervall 4 : 5 beschränkt. Beim Intervall 5 : 6 sind es die Töne 3 und 4, die einander gewissermaassen immer ablösen; beim Intervall 6 : 7 die Töne 4 und 5. Ich glaube kaum, dass man diese Thatsache anders erklären kann als durch die Annahme, dass hier dem die wechselnden Töne erzeugenden Reize eine gewisse Zweideutigkeit zukommt, so dass eben so leicht die eine, wie die andere Empfindung entstehen kann, in Folge unbekannter Vorgänge aber in den nervösen Organen (in centraleren Theilen wahrscheinlich) bald die eine, bald die andere Empfindung eintritt. Worin eine derartige Zweideutigkeit des Reizes bestehen kann, werde ich später zeigen.

V. Es fiel mir auf, dass ich bei Stimmgabeltönen bei der verstimmten Quinte den Differenzton stets sehr deutlich schweben hörte, bei den Intervallen 3 : 4 und 4 : 5 schon weniger deutlich; bei 5 : 6 und 6 : 7 mussten die Gabeln sehr stark zum Tönen gebracht werden, um Schwebungen des Differenztons 1 hören zu lassen. Bei noch grösseren Verhältnisszahlen konnte ich deutliche Schwebungen des Differenztons 1 überhaupt nicht mehr hören. Ich schloss hieraus, dass Obertöne der Primärtöne bei der Erzeugung der Differenztonschwebungen eine Rolle spielen müssten.

Für diese Vermuthung fanden sich nun leicht Bestätigungen. Bei Flaschentönen, die ich zu anderweitigen Untersuchungen brauchte und so obertonfrei als möglich hergestellt hatte, musste ich — damals zu meinem Aerger — bemerken, dass es mir nicht gelingen wollte, die Intervalle wie gewöhnlich dadurch rein zu stimmen, dass ich die Differenztonschwebungen zum Verschwinden brachte. Ich konnte diese Schwebungen bei keinem Intervall mit alleiniger Ausnahme der Quinte deutlich genug hören. Die entgegengesetzte Erscheinung tritt bei den obertonreichen Zungentönen ein. Hier kann man beim Intervall 8 : 9 die Schwebungen des Differenztons 1, wenn das Intervall um ein geringes verstimmt ist, mit vollkommener Deutlichkeit hören.

Jetzt kam es nur noch darauf an, festzustellen, welche Obertöne die Schwebungen des Differenztons verursachen. Zuerst dachte ich an die ersten zusammenfallenden Obertöne, die man bei Zungentönen sehr lebhaft schweben hört. Beim Intervall 4 : 5 wäre dieser erste zusammenfallende Oberton 4·5 = 20. Ich entfernte nun bei zwei Zungentönen 400 und 500 (mit geringer Verstimmung) den Ton 2000 durch Interferenz, konnte aber dadurch die Schwebungen des tiefen Differenztons 100 nicht beseitigen. Wohl aber zeigte sich, dass die Differenztonschwebungen gänzlich verschwanden, wenn der Interferenzapparat so eingestellt war, dass die zwischen 1500 und 1600 liegenden Töne verschwanden. Der Differenzton 100 war dann vollständig glatt und klar und recht laut zu hören; daneben hörte man den Ton 2000 sehr deutlich schweben. Man kann sich übrigens grade an diesem Falle leicht davon überzeugen, dass höhere Schwebungen (entgegen HERMANN's Ansicht) nicht im Geringsten den Schein erwecken, dass ein tieferer, gleichzeitig vorhandener und thatsächlich glatter Ton in dem Rhythmus des höheren Tones schwebe. Ich glaube hieraus schliessen zu dürfen, dass beim Intervall 4 : 5 die Differenztonschwebungen bedingt sind durch das Vorhandensein der Obertöne 4·4 = 16 und 3·5 = 15.

Man kann sich dies auch wohl folgendermaassen klar machen. 400 und 501 geben als Differenz 101, 1600 und 1503 geben als Differenz 97, und die beiden Differenztöne 101 und 97 müssen nun viermal schweben. Solche Betrachtungen sind durchaus nützlich, wenn man nur einen Anhalt gewinnen will, was für Erscheinungen beim Zusammenklange zweier Töne möglicher Weise eintreten könnten; als eine wissenschaftliche Erklärung von Schwebungen und Differenztönen können aber derartige Multiplikationen und Subtraktionen in keinem Falle gelten, da hierdurch nicht nur über die physiologischen Vorgänge nicht das Geringste ausgesagt wird, sondern auch vor Allem diesem Erklärungsprinzip die Allgemeingiltigkeit fehlt.

Ich habe nun versucht, auch bei anderen Intervallen, deren Verhältnisszahlen sich nur um eine Einheit unterscheiden, experimentell festzustellen, welche Obertöne vorhanden sein müssen, damit Schwebungen des Differenztones entstehen können. Doch ist es mir bisher nicht gelungen, zu sicheren Ergebnissen zu gelangen. Indessen glaube ich nicht fehlzugehen, wenn ich

annehme, dass die Differenztonschwebungen allemal bedingt sind durch die Obertöne t^2 und h $(h-2)$, bei der Quarte also durch die Obertöne $3^2 = 9$ und $4 \cdot 2 = 8$, bei der Quinte allein durch $2^2 = 4$, da $3 \cdot 1$ der Grundton selbst ist. Bei der Oktave würden die beiden Formeln gar keinen neuen Ton ergeben. Hier sind nun auch, wie wir gleich sehen werden, die Schwebungen von etwas andern Umständen abhängig.

VI. Es ist wohl von R. König zuerst erwähnt worden, dass beim Zusammenklange zweier Töne, wenn die Schwingungszahl des einen ein etwas verstimmtes Vielfaches der Schwingungszahl des andern ist, Schwebungen gehört werden, und zwar solche des höheren und des tieferen Tones. Dass die höheren Schwebungen fortfallen, wenn der betreffende Oberton des tieferen Tones durch Interferenz beseitigt wird, hat Stumpf[1] nachgewiesen. In Bezug auf die tiefen Schwebungen jedoch findet sich, wie ich mich nachträglich überzeugte, in seiner Abhandlung eine zu weitgehende Angabe, dass man nämlich Schwebungen des tieferen Tones immer vernehmen werde. Diese Angabe beruht in ihrer Allgemeinheit nur auf einer theoretischen Erwägung. („Die tiefen Schwebungen rühren von der Bildung eines Differenztones her, der dem tieferen Primärton nahe liegt und mit diesem schwebt.") Ich habe neuerdings bei einem Flaschentone von sehr mildem, aber hinreichend starkem Klange den zweiten Theilton durch Interferenz beseitigt. Dann waren, obwohl der tiefe Ton sehr gut hörbar war, bei keinem Intensitätsverhältniss und bei keiner Verstimmung (von 1 bis mehr als 10 Schwingungen) der höheren Oktave Schwebungen hören, weder zu solche des tieferen noch solche des höheren Tons. Sobald jedoch der Oberton etwas zugelassen wurde, traten sie beide gleichzeitig auf. Niemals habe ich die eine Art Schwebungen ohne die andere hören können. Stets waren beiderlei Schwebungen da oder gar keine.[2] Daran ist übrigens auch jetzt durchaus

---

[1] *Wiedemann's Ann.* Bd. 57, S. 660ff. 1896.

[2] Auch Professor Stumpf hat sich von diesem Sachverhalte überzeugt. Die Angabe in der erwähnten Abhandlung S. 671, dass bei 300 und etwas verstimmtem 600 nur die tiefen Schwebungen vernommen wurden, ist darauf zurückzuführen, dass, wenn der Oberton sehr schwach vorhanden ist, die tiefen Schwebungen bedeutend auffälliger sind, so dass man oft nur im letzten Moment, wenn der höhere Gabelton im Verschwinden ist, die

festzuhalten, dass die tiefen Schwebungen nicht etwa scheinbar sind, wie HERMANN[1] meint, sondern in gleicher Weise empfunden werden wie die hohen, wenn sie auch in der Regel nicht so ausgeprägt sind wie die hohen.

VII. Es ist oft behauptet worden, dass die Differenztöne bei r e i n e n durch kleine Zahlen darstellbaren Intervallen s t ä r k e r seien als bei verstimmten. In dieser allgemeinen Formulierung scheint mir diese Behauptung jedoch n i c h t r i c h t i g zu sein. Ich habe erst kürzlich folgenden Versuch mit zwei GALTON-pfeifchen gemacht. Die eine Pfeife gab den konstanten Ton 4800, die andere wurde ganz langsam kontinuirlich verändert von 4900 bis 7200. Dabei überzeugte ich mich, dass sie bei jeder Stimmung innerhalb dieses Bereiches einen gleich starken Ton gab. Ich habe nun den Differenzton von 100 bis 2400 verfolgt, hin und zurück, mehreremal, konnte aber an keinem Punkte feststellen, dafs er auch nur die geringste Stärkeschwankung machte, obwohl die Primärtöne hier alle möglichen reinen und verstimmten Intervalle durchlaufen.

Wahrscheinlich wird der Eindruck der grösseren Stärke des Differenztons bei reinen Intervallen durch den ruhigen Abfluss des Tons hervorgerufen. Dies steht allerdings scheinbar zu einer allgemeinen psychologischen Erfahrung im Gegensatz. Intermittirende Empfindungen werden ja leichter wahrgenommen als gleich bleibende. Doch handelt es sich hierbei im Allgemeinen nur um leichtere Erregung der Aufmerksamkeit. Mit flackerndem Lichte darf man intermittirende Töne nicht vergleichen, weil beim Gehör eine Ermüdung und Erholung des Sinnesorgans kaum vorliegt. Ich habe noch nie gleich stark bleibende Töne stärker gehört, wenn ich dem Ohre eine kurze Erholungspause gönnte. Was ich konstatiren kann, ist höchstens, dass es schwer wird, die Aufmerksamkeit auf einen Ton zu koncentriren, wenn man ihn 10 Minuten oder noch länger immer in unveränderter Stärke zu

---

hohen Schwebungen vernehmen kann, wie wir dies auch jetzt konstatirten. Es muss daher bei jenem Versuche der erste Oberton nicht vollständig genug ausgeschlossen gewesen sein. Die Thesis der Abhandlung, dass, wo immer hohe Schwebungen vorhanden, auch die entsprechenden Obertöne vorhanden sind, wird natürlich hierdurch nicht alterirt, sondern nur wieder bestätigt.

[1] *Wiedemann's Ann.* Bd. 58, 1896.

hören bekommt. Man überhört ihn schliesslich, während man ihm nach kurzer Unterbrechung wieder leichter die Aufmerksamkeit zuzuwenden vermag. Es kann wohl nicht davon die Rede sein, dass ein intermittirender Ton im Ganzen — abgesehen natürlich von kleinen Zeittheilen — stärker ist als ein ruhender. Ich glaube nun, dass, wenn man den tiefen Differenzton in gleichmässig anhaltender Stärke hört, dies einen vollen, befriedigenden Eindruck macht, während der schwebende Differenzton, namentlich der schneller schwebende das Gefühl des Unbefriedigtseins erweckt, als fehle in der Empfindung etwas, das wir von ihr erwarten. Hierdurch dürfte der Schein erweckt werden, als sei der Differenzton bei verstimmten Intervallen schwächer. Auch dass die Verschmelzung mehrerer konsonanter Differenz- und Primärtöne dabei eine Rolle spielt, ist wohl nicht ausgeschlossen. Ich erwähnte bereits, dass ich beim Intervall 5 : 8 die Differenztöne 1 und 2 nicht so zu trennen vermag, dass ich über die Intensität jedes einzelnen ein Urtheil fällen könnte. In solchem Falle scheint es mir nun ganz natürlich, dass die Summe einen stärkeren oder sozusagen grösseren Eindruck macht als ein einzelner Ton. Bei Verstimmung des Intervalls müssten die Töne leichter getrennt werden, da sie dann keine Oktave mehr bilden.

Besonders vorsichtig muss man mit Schlussfolgerungen sein, wenn man mit obertonreichen Tönen operirt, denn bei solchen pflegt jeder Differenzton durch das Zusammenwirken mehrerer Paare von einfachen Tönen zu Stande zu kommen. Bei minimaler Verstimmung der Primärtöne entstehen dann Schwebungen, bei Verstimmung um mehrere Schwingungen aber werden aus dem Einen Differenzton mehrere, von denen nun jeder einzelne nicht so stark sein kann als der ursprüngliche Eine.

VIII. Bei kleinen (etwa Halbton-) Intervallen hört man ziemlich leicht einen Zwischenton als Träger der Schwebungen, welche Thatsache von Stumpf zuerst festgestellt worden ist. Nun behauptet Ebbinghaus in seiner kürzlich erschienenen „Psychologie" (S. 317): „— bei grösseren Entfernungen — verschwindet der Zwischenton vollkommen, die Schwebungen aber, die doch an ihm haften sollen, verschwinden nicht auch, sondern bleiben hörbar noch bei beträchtlich grösseren Intervallen, und zwar

haften sie deutlich an den beiden Primärtönen."[1] Ich kann mich dieser Meinung nicht anschliessen.

Bei kleinen Intervallen, z. B. den Tönen 240 und 250, höre ich überhaupt nur einen schwebenden Zwischenton, nicht zwei Töne. Die Höhe des Zwischentons hängt nach meinen Beobachtungen ab von dem Stärkeverhältniss der Primärtöne; der Zwischenton liegt nur dann, wenn die Primärtöne gleich stark sind, etwa in der Mitte zwischen beiden, bei ungleichen Primärtönen näher an dem stärkeren. Einen ähnlichen Eindruck habe ich selbst noch bei einem Terzenintervall in tieferer Lage, wo die Differenz der Schwingungszahlen noch klein ist, z. B. bei den Tönen 100 und 120. Doch treten hier neben dem Zwischentone bereits die Primärtöne auf, wenn auch ziemlich schwach. (Es handelt sich selbstverständlich stets darum, welche Töne man gleichzeitig hört; denn wenn man den Kopf erst in eine für den einen, dann für den andern Primärton günstige Lage bringt, so hört man natürlich nach einander die beiden Primärtöne und von einem Zwischentone kaum eine Spur.) In höheren Lagen sind bei Intervallen, die grösser sind als ein Halbton, die Primärtöne stärker und der Zwischenton schwächer zu hören. Einigermaassen deutlich ist letzterer nur dann, wenn die Primärtöne gleich stark sind und der Zwischenton in Folge dessen von beiden gleich weit entfernt ist. Unter dieser Bedingung konnte ich bei c^2 und d^2 (512 und 576) mit Sicherheit einen rauhen Zwischenton von der ungefähren Höhe cis^2 wahrnehmen.

Diese Beobachtungen beziehen sich nur auf einen Zusammenklang von zwei Stimmgabeltönen, und ich möchte noch ausdrücklich davor warnen, etwa anzunehmen, dass in Akkorden, in denen ähnliche Intervalle in entsprechenden Höhenlagen vorkommen, dieselben Erscheinungen auftreten müssten. Derartige Schlüsse von Zweiklängen auf Mehrklänge führen fast immer zu unrichtigen Ergebnissen. Auch wenn man statt der Stimmgabeltöne zwei obertonreichere Töne anwendet, macht man andere Beobachtungen. Bei den Zungentönen 100 und 120 oder 512 und 576 habe ich keine deutliche Empfindung eines Zwischentons feststellen können. Es scheint mir, als ob in diesen Fällen die Aufmerksamkeit zu sehr durch die scharfen Primärtöne in

[1] Aehnlich ist auch die Angabe von STUMPF, *Tonpsychol.* II, S. 481.

Anspruch genommen wird. Die Schwebungen scheinen mir jedoch auch bei diesen Zungentönen keineswegs deutlich an den Primärtönen zu haften. Ich kann über ihre Höhenlage zu keinem Urtheile kommen und würde sie, wenn man durchaus eine Aussage von mir verlangte, höchstens deshalb den Primärtönen zuschreiben, weil ich sonst nicht wüsste, wem.

Ebbinghaus' Theorie.

Ebbinghaus ist zwar mit der Resonanzhypothese in der Helmholtz'schen Form nicht ganz einverstanden, glaubt aber (S. 316 seiner „Psychologie") daran festhalten zu müssen, weil die in pathologischen Fällen vorkommenden Tonlücken und Toninseln ohne die Helmholtz'sche Vorstellung vollkommen räthselhaft seien. Er macht jedoch zur Erklärung der Differenztöne den Zusatz, dass jede Faser der Basilarmembran nicht nur auf den Grundton, sondern auch auf sämmtliche Obertöne in Mitschwingung gerathe,[1] wenn auch um so schwächer, je höher ihre Ordnungszahl ist. Wir wollen nun dahingestellt lassen, ob die Resonanzlehre die einzig mögliche Erklärung der Tonlücken ist. Soviel aber scheint klar, dass gerade Ebbinghaus' Zusatz die kaum gewonnene Erklärung wieder zu nichte macht.[2]

Stellen wir uns einmal auf den Boden von Ebbinghaus' Theorie und denken wir uns eine Schnecke, in der sämmtliche Resonatoren von 800 bis 2500 Schwingungen durch einen Krankheitsprozess zerstört seien. Nun halten wir dem unglücklichen

---

[1] Mit der spezifischen Energie im Sinne Helmholtz' ist das Mitschwingen der Membranfasern unter Knotenbildung nicht recht zu vereinigen. Helmholtz sah sich deshalb zu der Annahme genöthigt, dass die Knotenbildung durch die Struktur der Membran sehr erschwert sein müsse.

[2] Ebbinghaus' Theorie liegt bis jetzt nur theilweise vor, und es ist wahrscheinlich, dass er im weiteren Verlaufe seiner Darstellung auf die im Folgenden erwähnte Schwierigkeit selber noch eingehen wird. Vielleicht versucht er ihr damit zu begegnen, dass in den fraglichen pathologischen Fällen die Knotenbildung der Fasern verhindert sei. Dann müsste in diesen Fällen nach seiner Theorie das Hören von Differenztönen ausgeschlossen oder doch beeinträchtigt sein.

Besitzer dieses unvollkommenen Gehörorgans eine schwingende Stimmgabel von 1000 Schwingungen vor das Ohr. Nach BEZOLD, auf dessen Abhandlung (*Zeitschr. f. Psychol.*, Bd. XIII, S. 161, 1897) ich noch zu sprechen komme, kann der Patient dann diesen Ton thatsächlich nicht hören. Nach EBBINGHAUS aber müsste er ihn hören, denn der Resonator 500 ist ja unverletzt; der Resonator 500 macht auch mit Leichtigkeit 1000 Schwingungen, denn er braucht dazu ja blos einen einzigen Knoten zu bilden (von den tieferen Untertonresonatoren gilt das Entsprechende); die anliegenden Nervenzellen sind auf den Ton 1000 ebenfalls ausserordentlich gut eingeübt, denn so oft während des ganzen Lebens des Individuums der Ton 1000 das Ohr traf, erhielten sie stets von dem zugehörigen Resonator „500" dieselben 1000 Schwingungsreize: Weshalb in aller Welt wird denn jetzt der Ton 1000 nicht gehört?

Wenn also EBBINGHAUS meint, ohne die Resonanz seien die Tonlücken und Toninseln räthselhaft, so muss ich bekennen, dass sie mir unter Voraussetzung von EBBINGHAUS' Theorie nicht im Geringsten weniger räthselhaft erscheinen. Hier giebt es nur ein Entweder — oder: Entweder, wir halten an der Resonanz ohne EBBINGHAUS' Erweiterung fest und erklären damit ausser der Zerlegung einer Tonwelle in ihre Komponenten noch die pathologischen Fälle der Tonlücken und Toninseln, verzichten aber ausdrücklich darauf, die Fülle der übrigen im normalen Zustande auftretenden Erscheinungen zu erklären; oder wir geben die Resonanzhypothese auf, erklären die so sehr interessanten Empfindungen des normalen Ohres und bekennen, dass wir über die Entstehung jener pathologischen Vorkommnisse vorläufig noch nichts Genaues wissen. Ich für meinen Theil ziehe das Letztere vor.

Wir haben gesehen, dass beim Zusammenklange zweier Töne, die ein etwas verstimmtes Oktavenintervall bilden und von denen der tiefere die Oktave als Oberton enthält, Schwebungen des tiefen Tones sich bemerkbar machen. Dies muss nach EBBINGHAUS so erklärt werden: Die den Membranfasern anliegenden Nerven (die übrigens j e d e Tonempfindung vermitteln können, wenn sie nur in dem entsprechenden Rhythmus gereizt werden) sind auf den dem G r u n d t o n e ihrer Faser zugehörenden Nervenprozess am besten eingeübt, auf die den Obertönen zugehörenden Prozesse um so weniger, je höher

die Ordnungszahl des in Frage kommenden Obertones ist. Alle Fasern nun, die auf gemeinsame Untertöne abgestimmt sind, machen die aus Grundton nebst erstem Obertone und der verstimmten Oktave zusammengesetzte Schwingungsbewegung; und wenn diese die Periode 1 hat, so muss der tiefe Ton einmal schweben. Dass durch die Fasern, welche die zusammengesetzte Schwingung ausführen, überhaupt der tiefere und nicht der höhere Ton erzeugt wird, erklärt sich daraus, dass eben für den tieferen Ton die Nerven eine bessere Anpassung haben, weil er der Grundton der Faser selbst ist oder doch diesem näher liegt. (Dass gleichzeitig an anderer Stelle der Membran der dem höheren Ton entsprechende Nervenprozess zu Stande kommt, ist selbstverständlich.)

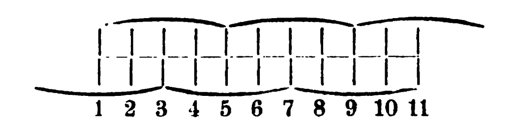
Aber es bleibt doch noch eine Schwierigkeit übrig. Bei König[1] finden wir eine Anzahl von Schwingungskurven, wie sie dem Zusammenklange zweier einfachen Töne entsprechen, von denen der eine ein etwas verstimmtes Vielfaches des andern ist. Beim verstimmten Einklange, den wir auf der ersten Figur sehen, hören wir auf Eine Periode Eine Schwebung. Nun frage ich: Weshalb hören wir hier eine Intensitätsschwankung? Es giebt zwei Möglichkeiten: Entweder: weil die Entfernung des schwingenden Theilchens von der Gleichgewichtslage nach der positiven Seite hin an einzelnen Stellen der Kurve sehr gross, an andern sehr klein ist, oder: weil der senkrechte Abstand eines Kurvenmaximums vom nächst vorhergehenden Minimum an einigen Stellen sehr gross, an andern sehr klein ist. Es ist nicht einzusehen, weshalb beide Ursachen dieselbe physiologische Wirkung haben sollen. Wir können diese beiden unter Voraussetzung der Resonanzhypothese möglichen Arten, die Intensität der Empfindung aus der Beschaffenheit des Reizes zu erklären, auch noch anders formuliren: Die Stärke der Reizung einer Nervenzelle hängt entweder ab vom absoluten oder vom relativen Druck. Letzteres bedeutet dasselbe, wie: Die Intensität der Reizung hängt ab von der Grösse der Differenz zwischen einem Druckmaximum und dem vorhergehenden Druckminimum.

Bleiben wir zunächst bei dieser letzteren Anschauung, von der ich glaube, dass sie, obwohl dieses Problem meines

---

[1] Expériences d'acoustique, S. 97.

Wissens noch nirgends erörtert worden ist, den meisten die plausibelste sein wird. Nun betrachten wir einmal bei König die Schwingungskurve bei der verstimmten Oktave. Die Schwingungen vertheilen sich um die Gleichgewichtslage in der Weise, wie ich es durch nachstehende Figur andeute. Der



grösste senkrechte Abstand der Begrenzungskurven liegt bei 2, 4, 6, 8 u. s. w. Da nun die erste Periode von 1 bis 5, die zweite von 5 bis 9 reicht, so müssten wir, wenn die oben vorausgesetzte Erklärung der Intensität richtig wäre, in jeder Periode zwei Schwebungen hören.

Gehen wir nun gleich zu der andern Möglichkeit über, dass die Intensität vom absoluten Druck abhängt. Dieser ist am stärksten bei 3, 7 u. s. w. Wir müssten danach also in jeder Periode nur Eine Schwebung hören. Thatsächlich aber hören wir, wenn der tiefere Ton absolut einfach ist, überhaupt keine Schwebungen.

Ebbinghaus' Theorie erklärt also zu viel, denn nach ihr müssten wir auch bei obertonfreien Tönen, die ein verstimmtes Oktavenintervall bilden, den tiefen Ton zweimal oder einmal während der Periode schweben hören.

Nur ein einziger Ausweg scheint mir für Ebbinghaus hier offen zu bleiben: Er muss annehmen, dass zwar die Reizintensität nicht vom absoluten Druck (dessen Schwankungen nach König's Figur ziemlich beträchtlich sind) abhängt, sondern vom relativen Druck, dass aber die in diesem Falle eigentlich zu erwartenden beiden Schwebungen des tiefen (obertonfreien) Tones deshalb nicht zu bemerken sind, weil die Schwankungen des relativen Druckes zu gering sind.

Ich hielt diese — zunächst vielleicht ziemlich überflüssig erscheinende — Erörterung der Frage, was in Ebbinghaus' Theorie unter Reizintensität zu verstehen ist, für nothwendig, um im Folgenden mit ganz bestimmten Voraussetzungen operiren zu können. Denn mit dem Sich-genügen-lassen, wenn man für jeden Ton und jede Schwebung die entsprechende Periodik gefunden zu haben glaubt, ohne zu sagen, was für ein physio-

logischer Vorgang denn da nun eigentlich periodisch sein soll, scheint mir in der Theorie der Tonempfindungen bisher gar zu arg gesündigt worden zu sein.

Beim Intervall 5:8 hört man die Differenztöne 3, 2 und 1. Wie diese aus EBBINGHAUS' Theorie folgen sollen, verstehe ich nicht. Es werden ja in diesem Falle wohl mehrere Stellen der Basilarmembran da sein, die auf gemeinsame Untertöne abgestimmt sind, also wird auch an mehreren Stellen die Membran die zusammengesetzte Schwingung machen. Es wäre daher möglich, dass an einigen Stellen der Ton 1, an andern 2, an andern 3 erzeugt würde. Aber weshalb hier 3, da 2, da 1? Für eine Beantwortung dieser Frage finde ich bei EBBINGHAUS keine Anhaltspunkte. Wie ich gezeigt habe, kann die Intensität der Nervenreizung bei EBBINGHAUS' Theorie nur davon abhängig gesetzt werden, wie gross der Ordinatenunterschied eines jeden Kurvenmaximums und nächst vorhergehenden Minimums ist. Bei der Kurve Fig. 2 meiner früheren Abhandlung sind diese Unterschiede unter Annahme einer willkürlichen Einheit folgende: 72, 21, 44, 64, 14, 64, 44, 21. Die drei stärksten Reizungen sind 72, 64, 64; dazwischen liegen schwächere. Hält man nun die Verschiedenheit von 72 und 64 im vorliegenden Falle für verschwindend klein, so müsste und könnte einzig und allein der Differenzton 3 entstehen; hält man sie nicht für so geringfügig, so ist zu berücksichtigen, dass die Reizungen einmal in der Periode bei 72 ein Stärkemaximum erreichen, und dann könnte einzig und allein der Differenzton 1 entstehen. Dieser ist auch am ehesten zu erwarten, wenn man der Theorie konsequent folgt, da auf diesen als den tiefsten und ihrem Grundtone am nächsten liegenden die in Betracht kommenden Nerven relativ am besten (d. h. mehr als auf 2 und 3) eingeübt sind. Wie es aber kommt, dass 1, 2 und 3 gleichzeitig gehört werden, dürfte aus EBBINGHAUS' Theorie schwer zu erklären sein. Giebt es da nervöse Organe, denen die Eigenschaft zukommt, wenn sie auf so eigenthümliche Weise gereizt werden, wie es eine zusammengesetzte Schwingungskurve sichtbar macht, dann gleichzeitig eine Mehrheit von nervösen Prozessen entstehen zu lassen, von denen der eine die Schwebungen, die andern die verschiedenen Differenztöne zur Empfindung bringen? Dann finde ich es einfacher, zu der Ansicht WUNDT's zurückzukehren, dass der Akustikusstamm dies alles — auf unbekannte Weise freilich — besorge.

Bei der Kurve Fig. 4 meiner früheren Abhandlung betragen die Ordinatenunterschiede: 62, 20, 60, 26, 47, 47, 26, 60, 20. Betrachtet man hier den Unterschied von 47 und 62 als verschwindend klein, so erhalten wir 5 Reizungsmaxima, müssten also den Ton 5 hören, von dem keine Spur vorhanden ist. Sicherlich aber müssen wir den Unterschied von 60 und 62 vernachlässigen. Denn um uns überhaupt eine bestimmte Vorstellung machen zu können, mussten wir ja voraussetzen, dass kleine Schwankungen der Reizstärke ohne Einfluss bleiben. Und die Schwankungen, die wir damals bei der verstimmten Oktave zuliessen, ohne dass sie Schwebungen bewirkten, waren weit grösser als diese. Somit hätten wir bei 62, 60 und 60 drei Reizmaxima. Ich weiss nicht, ob irgend jemand beim Intervall 4:9 den Ton 3 gehört hat. Wenn er überhaupt da ist, so ist er jedenfalls ausserordentlich schwach. Recht stark jedoch ist der Ton 1 zu hören, von dem garnicht einzusehen ist, wie er nach Ebbinghaus' Theorie zu Stande kommen soll, es sei denn, dass man wieder die Ausflucht macht, es sei ja eine Periodik 1 da. Ich könnte die Beispiele dieser Art, die der Theorie Schwierigkeiten machen, leicht vermehren.

Wenn man objektiv drei Töne erzeugt, deren Verhältnisszahlen 107, 100 und 6 sind,[1] so hört man ausser dem Differenztone 107—100 = 7 auch noch den Ton 1. Man kann diesen so ableiten: Der Differenzton 7 giebt mit dem objektiven Tone 6 den neuen Differenzton 7—6 = 1. Um den Ton 1 aus Ebbinghaus' Theorie zu erklären, müssen wir annehmen, dass die auf den gemeinsamen Unterton 1 abgestimmte Faser gleichzeitig die Schwingungen aller drei Töne ausführt. Ebbinghaus' Theorie setzt also voraus, dass die Membranfasern selbst noch auf den hundertsiebenten Oberton in lebhaftes Mitschwingen gerathen. Mir scheint dies freilich aus rein physikalischen Gründen ausgeschlossen zu sein, dass die Fasern der Basilarmembran unter Bildung von 106 Knoten noch irgendwie in Betracht kommende Transversalschwingungen machen könnten. Doch wenn wir es wirklich annehmen würden, so wäre damit der Ton 1 doch nicht erklärt, denn die einmal auf die Periode

[1] In dem von mir angestellten Versuche war die Einheit der Verhältnisszahlen gleich 80 Schwingungen. Der Ton 6 wurde durch eine Resonanzgabel, die beiden anderen durch Galton-Pfeifchen erzeugt.

fallende Schwankung des relativen Druckes ist in diesem Falle, wie man sich durch Konstruktion der Kurve überzeugen kann, verschwindend klein. Auch die an der Untertonfaser 1 liegenden Nerven müssten demnach den Ton 7 zur Empfindung bringen.

Auch die Thatsache vermag EBBINGHAUS' Theorie nicht zu erklären, dass man bei dem Intervall 8:9 die Töne 9, 8, 7, 6, 5 und 1 hört.[1] Dass diese Töne sämmtlich hörbar sind — freilich nicht alle gleich stark —, steht mir ohne jeden Zweifel fest.

Die Unmöglichkeit der Existenz von Resonatoren im Ohre.

Mir scheint sowohl der Versuch HERMANN's[2] wie der EBBINGHAUS', die Widersprüche der Resonanztheorie durch eine Erweiterung derselben zu beseitigen, gescheitert zu sein. Ich habe die Ueberzeugung gewonnen, dass die Resonanzhypothese je eher, je besser gänzlich aufgegeben werden muss, dass sie geradezu ein Hemmniss ist in der Entwickelung unserer Kenntnisse über das Zustandekommen der Tonempfindungen. Im Folgenden möchte ich nun kurz die Thatsachen zusammenfassen, welche direkt gegen das Vorhandensein von Resonatoren sprechen.

Die Thatsache, dass ein die Oktave als Theilton enthaltender Ton, wenn gleichzeitig die verstimmte höhere Oktave erklingt, selber (der Grundton) schwebt, ist mit der auf die Voraussetzung der Resonanz und der spezifischen Energien gegründeten Theorie HELMHOLTZ' überhaupt unvereinbar: Die Summe von Tönen wird im Ohre wieder vollständig zerlegt; um Schwebungen zu erzeugen, müssen nach HELMHOLTZ dieselben Theile der Basilarmembran durch zwei Schwingungen erregt werden; dieser Fall muss bei den beiden höheren Tönen eintreten und diese müssen schweben, er kann aber bei Tönen, die um eine Oktave auseinanderliegen, nie eintreten; folglich sind Schwebungen des

[1] S. 194 meiner früheren Abhandlung, *Zeitschr. f. Psych.* Bd. XI.

[2] Eine Kritik von H.'s Theorie enthält meine frühere Abhandlung S. 195 ff.

tiefen Tons nach der Theorie unter allen Umständen ausgeschlossen [1], während sie in Wirklichkeit jederzeit leicht beobachtet werden können.

Dass Helmholtz selbst von der Existenz von Resonatoren im Ohre keineswegs ganz überzeugt war, ersieht man aus seinem Bemühen, das Vorhandensein von Resonatoren nur ja nicht als etwas anderes als eine blosse Hypothese hinzustellen. Es widerstreitet allen physikalischen Erfahrungen, so winzigen Körperchen, wie den Membranfasern, so tiefe Eigentöne zuzuschreiben. Man pflegt sich damit zu beruhigen, dass man annimmt, die kleinen Fasern könnten ja entsprechend belastet sein. Bisher hat aber noch Niemand solche anatomischen Unterschiede aufgezeigt, die auf verschiedene Belastung schliessen liessen, obwohl die Unterschiede doch kolossal sein müssen, wenn Saiten, die so geringe Längenverschiedenheiten aufweisen, wie die längsten und kürzesten Fasern der Membran, einerseits den Eigenton 20000, andererseits den Eigenton 20 haben sollen.

Bezold [2] glaubt seine interessanten Untersuchungen über die Tonempfindung an partieller Taubheit Leidender als „eine wesentliche Stütze für die Hypothese von Helmholtz“ betrachten zu können. Es ist leicht zu zeigen, dass gerade seine eigenen Beobachtungen die Unmöglichkeit der Existenz von Resonatoren im Ohre beweisen. Bezold benutzte Stimmgabeln, die nach seiner Angabe vollkommen obertonfrei sind. Für die Einfachheit der Stimmgabeltöne versucht er zwei Beweise, die beide verfehlt sind. Der eine geht merkwürdiger Weise aus von der Helmholtz'schen Theorie, die doch gerade durch Bezold's mit Hilfe dieser Gabeln gemachte Beobachtungen erst gestützt werden soll: Die Kranken, welche für den Grundton der Gabel taub sind, für die Obertöne aber nicht, müssten es bemerken, wenn man die Gabel an ihr Ohr hält, da sie die Obertöne hören müssten. Da sie aber von dem Vorhandensein der tönenden Gabel an ihrem Ohre keine Ahnung haben, so schliesst Bezold, können auch keine Obertöne da sein. Dieser Schluss wäre nur dann zwingend, wenn die Resonanztheorie bereits bewiesen wäre. Die von Bezold benutzten Gabeln sind schwerlich

---

[1] Eine Erklärung durch Differenztöne kann ich nicht gelten lassen, so lange letztere nicht selbst erklärt sind.

[2] *Zeitschr. f. Psychol.* Bd. XIII, S. 161 ff., 1897.

obertonfrei, denn von STUMPF ist festgestellt worden, dass tiefere EDELMANN'sche Gabeln ausser dem Grundtone die Oktave zweifellos hervorbringen. BEZOLD versucht nun noch einen zweiten Beweis für die Behauptung, dass die Gabeln obertonfrei seien. Man soll dies nämlich der Schwingungskurve (a. a. O., S. 163) ansehen können. Ich muss allerdings gestehen, dass ich mir kein Urtheil darüber zutrauen würde, ob diese Kurve aus absolut einfachen Pendelschwingungen besteht oder eine schwächere Oktave enthält. Doch wenn selbst durch Ausmessung festgestellt werden könnte, dass diese Kurve eine obertonfreie Schwingung darstellt, so würde dies gegen STUMPF's positiven Nachweis des zweiten Theiltons nichts verschlagen, denn dieser könnte immerhin erst bei der Uebertragung der Gabelschwingung auf die Luft in letzterer entstehen, was praktisch denselben Erfolg hat, als wenn er bereits in der Schwingung der Stimmgabel enthalten ist.

Die Oktave ist also physikalisch vorhanden, nur ist es unmöglich, sie ohne besondere Hilfsmittel herauszuhören; ihre Empfindung wird durch den starken tieferen Ton verhindert. (Weshalb dies geschieht, werde ich später zeigen.) Nun giebt es ausser den von STUMPF vorzugsweise benutzten Schwebungen noch andere Mittel, die Oktave hörbar zu machen. Man braucht nur den Grundton durch Interferenz zu vernichten. Was man durch Interferenz erlangt, dass nämlich keine Empfindung des tieferen Tones eintritt, kann man aber in gewissen pathologischen Fällen auch ohne jeden Apparat erreichen. Man nimmt einen Patienten, dessen Resonator für den Grundton zerstört, dessen Resonator für den Oberton erhalten ist, und hält ihm die tönende Gabel an das Ohr. Dann kann die Empfindung des Grundtons nicht zu Stande kommen, wohl aber die des Obertons. BEZOLD hat nun diesen Versuch gemacht und fand, „dass die Kranken, wenn wir nur das Auge ausschliessen, keine Ahnung davon haben, ob überhaupt die in starke Schwingung versetzte Gabel direkt vor dem Ohre sich befindet oder nicht." Dann kann es auch keine Resonatoren im Ohre geben; denn wenn es solche gäbe, hätten die Kranken die Oktave hören müssen.

Neue Theorie des Hörens.

Man muss von einer Theorie der Gehörsempfindungen vornehmlich verlangen, dass sie eine Erklärung giebt, wie es kommt, dass man aus einem zusammengesetzten Klange diejenigen Töne (Primär- und Differenztöne) heraushört, die man, wie die Beobachtung zeigt, bei bestimmter Stärke der Primärtöne thatsächlich heraushört. Ich glaube nun, dass man dieser Forderung schwerlich auf andere Weise genügen kann, als dadurch, dass man eine Zerlegung der Tonwelle im Ohre annimmt, wie ich sie in meiner früheren Abhandlung dargestellt habe, wobei zunächst die kleinsten Hinundherbewegungen ihre Wirksamkeit verlieren, dann die etwas grösseren u. s. w. Nur auf diese Weise erhält man eine Reihe an Frequenz abnehmender Hinundherbewegungen, wie sie den in Wirklichkeit gehörten Primär- und Differenztönen entsprechen. Um nun diesen Vorgang anschaulich zu machen, habe ich damals direkt an der Kurve eine Zerlegungskonstruktion ausgeführt. Doch ist diese nicht so übersichtlich wie die jetzt von mir erdachte Konstruktion und kann auch zu Missverständnissen Anlass geben. So ist mir zum Vorwurf gemacht worden, dass ich die bei der Zerlegung sich ergebenden Stücke willkürlich mit Tonschwingungen identifizirte. Dies ist jedoch gar nicht der Fall. Ich habe diese Theile „Schwingungen“ genannt, weil sie wirkliche Hinundherbewegungen (nur nicht pendelförmige) darstellen. Im Uebrigen wird durch diesen Namen gar nichts behauptet. Um eine Möglichkeit zu zeigen, wie eine solche Wellenzerlegung thatsächlich geschehen kann, habe ich damals angenommen, dass die Schwingungen sich innerhalb der Schnecke mit starker Dämpfung in irgend einem Körper fortpflanzten, der mit den nervösen Endorganen in Verbindung steht. Diese Annahme begegnet einer Schwierigkeit, weil man nicht recht zu sagen vermag, welcher der anatomisch in der Schnecke festgestellten Körper es sein kann, in dem die Schwingungen gedämpft fortschreiten. Ich erwähnte damals die CORTI'schen Bögen, ohne aber selbst recht von einer derartigen Funktion dieser Theile überzeugt zu sein. Schon damals wäre ich zu der einfachen gleich auseinander zu setzenden Anschauung gelangt, wenn es mir schon damals gelungen wäre, mich gänzlich von der Resonanz zu emanzipiren.

Darüber herrscht allgemeine Uebereinstimmung, dass ein Druck des Steigbügels auf das Vorhofswasser die Wassersäule der Vorhofstreppe nicht in ihrer Längsrichtung so verschiebt, dass die verdrängte Wassermenge durch die an der Spitze der Schnecke gelegene Kommunikationsöffnung auf die Paukentreppe überfliesst, sondern dass in einem solchen Falle wegen der auf diesem längeren Wege dem Wasser sich entgegenstellenden Reibungswiderstände die membranösen Wände des häutigen Schneckenkanals gegen die Paukentreppe hin sich buchten. Die Resonanztheorie wird hier inkonsequent, indem sie annimmt, dass diese Ausbuchtung stets an derjenigen Stelle stattfindet, wo sich der angebliche auf den betreffenden Ton abgestimmte Resonator befindet. Will man die allgemeine Annahme konsequent durchführen, so muss man sagen: Da der längere Weg der Flüssigkeit einen grösseren Reibungswiderstand entgegensetzt, so buchten sich die Membranen des Schneckenkanals dort aus, bis wohin die Flüssigkeit den kürzesten Weg zurück zulegen hat, also am Anfange der Schnecke. Je grösser die durch den Steigbügel verdrängte Flüssigkeitsmenge ist, um so weiter erstreckt sich der in Bewegung gerathene Theil der Membranen, da die Ausbuchtung doch wahrscheinlich nur in geringerer Tiefe möglich ist; und bei äusserst starken Tönen dürften wohl die membranösen Wände in ihrer ganzen Länge sich ausbuchten. Es wird kaum Jemand leugnen können, dass diese Annahme rein den anatomischen Befunden nach eine viel grössere Wahrscheinlichkeit hat, als jene andere, dass die Basilarmembran aus vielen Tausenden Resonatoren bestehe.

Sehr wahrscheinlich ist es ferner, dass die membranösen Wände des Schneckenkanals als weiche, in Flüssigkeit gebettete organische Körper, wenn sie aus ihrer normalen Lage durch äufsere Kräfte verrückt worden sind, nur verhältnissmässig langsam wieder in den alten Zustand zurückkehren werden, falls dies nicht wiederum durch äufsere Kräfte geschieht. Und zwar können wir ohne Schwierigkeit annehmen, dass die Zeit der selbständigen Rückkehr in den früheren Zustand mehrere Sekunden beträgt, gegenüber der Zeit einer Hinundherbewegung des Steigbügels also im Allgemeinen sehr gross ist, so dass wir in der Anwendung dieser Voraussetzung auf besondere Fälle keinen nennenswerthen Fehler machen werden, wenn wir annehmen, dass die Membran überhaupt n u r d u r c h ä u s s e r e K r ä f t e bewegt wird.

Ebenso, wie bei einer positiven Bewegung des Steigbügels die Ausbuchtung der Basilarmembran am Anfange der Schnecke beginnt und sich bei fortschreitender Bewegung des Steigbügels immer weiter nach der Spitze der Schnecke hin ausbreitet, muss bei der Umkehr des Steigbügels die Rückbewegung der Membran vom Anfange der Schnecke beginnend nach der Spitze hin sich weiter verbreiten.

Hierzu will ich noch eine Voraussetzung machen, die keine wesentliche Bedeutung hat, die Konstruktion des Bewegungsbildes jedoch bedeutend vereinfacht. Ich will nämlich annehmen, dass die Rückbewegung der Membran nicht über ihre normale Lage hinaus stattfindet. Wegen des unsymmetrischen Baues der Basilarmembran (nur auf Einer Seite lagern festere Gebilde) ist es übrigens gar nicht unwahrscheinlich, dass die Membran wirklich nur nach Einer Seite hin sich bewegt. Macht nun der Steigbügel, wie es am Anfange einer akustischen Erregung häufig der Fall sein dürfte, eine negative Bewegung von so grosser Amplitude, dass mehr Flüssigkeit angesaugt wird, als in der Ausbuchtung der Membran enthalten ist, so muss, sobald sämmtliche aus ihrer normalen Lage verrückten Membrantheilchen diese wieder erreicht haben, ein Ueberfliessen der Flüssigkeit durch die an der Schneckenspitze gelegene Oeffnung eintreten. Letzteres muss auch dann geschehen, wenn bei Einwirkung von überaus starken Tönen selbst eine Ausbuchtung der ganzen Membran die verdrängte Flüssigkeitsmenge nicht fassen kann. Diese die Vorhofs- und Paukentreppe direkt verbindende Oeffnung hat demnach die Funktion eines Sicherheitsventils, durch das einem Zerreissen der Basilarmembran vorgebeugt wird.

Weitere Hypothesen mache ich nicht, denn hiermit ist bereits so ziemlich alles erklärt, was überhaupt zu erklären ist. Man kann dies an den Figuren sehen, die uns eine Anschauung davon geben, wie in speziellen Fällen die einzelnen Theile der Schneckenmembran in Bewegung gerathen müssen. Die senkrecht auf einander folgenden Felder bedeuten einzelne Theilchen der Schneckenmembran, und zwar liegen diese Theilchen bei 1 am Anfange der Schnecke; je grösser die Zahlen werden, um so mehr nähern sich die zugehörigen Theilchen der Basilarmembran der Schneckenspitze, ohne dass jedoch das letzte Figurenfeld dem äussersten Ende der Membran zu entsprechen brauchte, vielmehr kann es noch ein grösseres oder kleineres Stück davon

entfernt bleiben; dieser an der Schneckenspitze gelegene Theil der Basilarmembran bleibt in diesem Falle eben unthätig. Je länger der in Bewegung versetzte Theil der Basilarmembran ist, um so grösser muss natürlich auch die Zahl der erregten Nervenendigungen sein. Da nun aber der in Bewegung versetzte Theil der Basilarmembran um so länger sein muss, je grösser die Amplitude der Steigbügelschwingung, also auch der Luftschwingung ist, so folgt aus unseren Voraussetzungen, dass die Intensität der Tonempfindungen abhängig ist von der Zahl der gereizten Nervenendigungen.

Gehen wir in einem der Figurenfelder von links nach rechts, entsprechend den Buchstaben *a*, *b*, *c* u. s. w., so sehen wir, wie die B e w e g u n g e n d i e s e s M e m b r a n t h e i l c h e n s d e r Z e i t n a c h auf einander folgen. Jeder Uebergang vom Weissen zum Schwarzen bedeutet eine positive, vom Schwarzen zum Weissen eine negative Bewegung; in den Zwischenzeiten befindet sich das Theilchen in Ruhe. Die gesammte so dargestellte Zeit entspricht einer Periode der zusammengesetzten Tonschwingung, so dass wir, rechts an der Grenze des Feldes angekommen, sofort wieder links am Anfange einsetzen müssen.

Die Konstruktion ist in sehr einfacher, wenn auch nicht müheloser Weise auszuführen. Man konstruirt zuerst die zusammengesetzte Kurve, z. B. Fig. 2 meiner früheren Abhandlung:

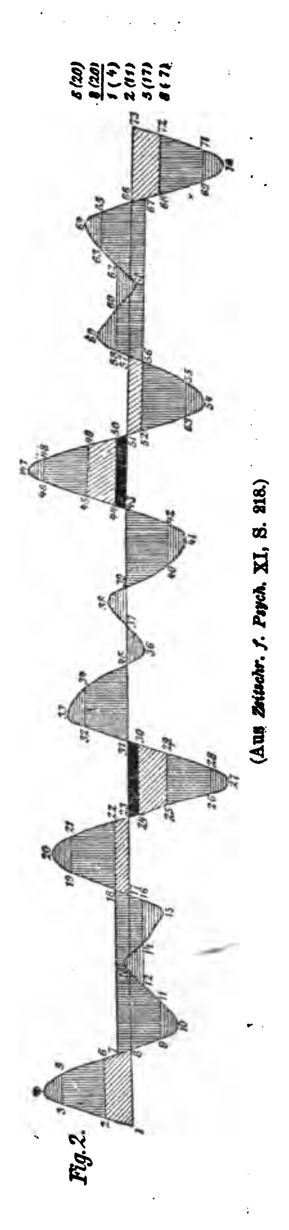


Fig. 2.

(Aus Zeitschr. f. Psych. XI, S. 218.)

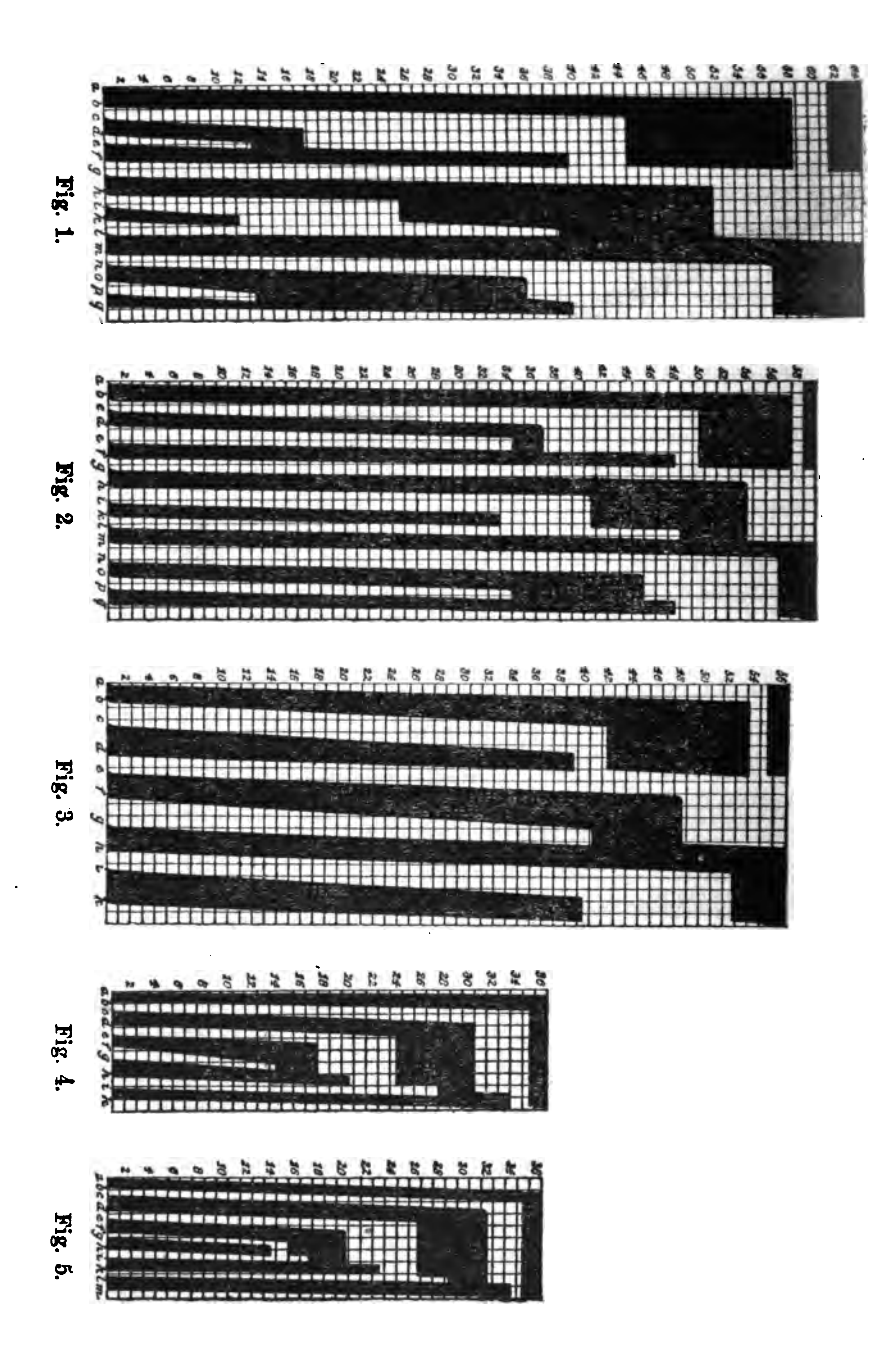


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

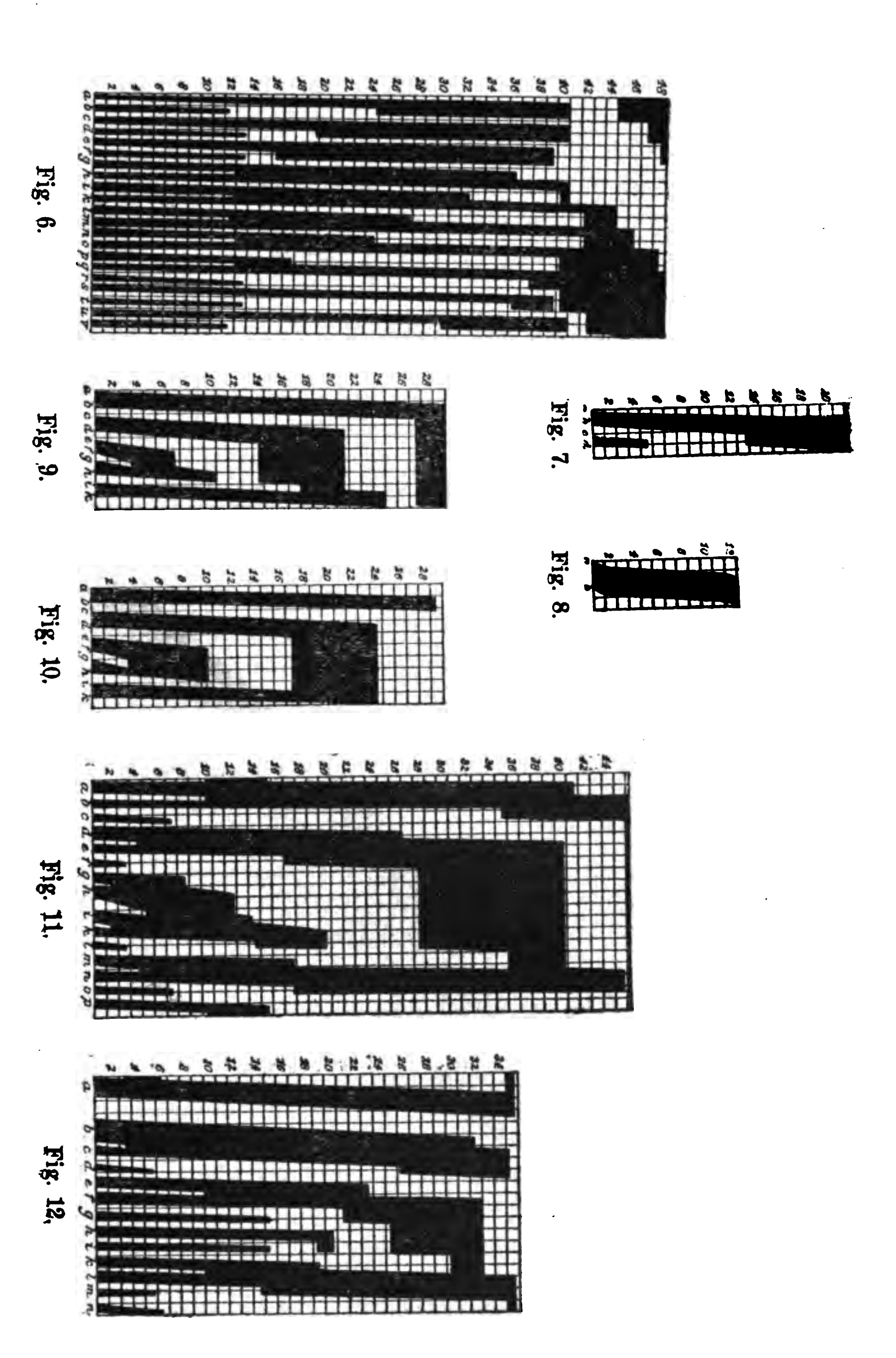


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Ihr entspricht in dieser Abhandlung Fig. 1. Nun zeichnet man den Kurventheil 70 bis 4 ab. (Die eine Hälfte davon liegt in der Figur ganz am Ende rechts, ist aber natürlich links zu ergänzen.) Dieser Theil ist *a* in der neuen Figur. Bei der Uebertragung ist es vortheilhaft, die Längeneinheiten zu verändern (natürlich für die ganze Konstruktion in gleicher Weise), damit die neue Figur weniger breit als hoch wird. Dann überträgt man den Kurventheil 4—10, aber in entgegengesetzter senkrechter Richtung, so dass man statt von oben nach unten wiederum von unten nach oben steigt. Als Anfang nimmt man wieder die Ordinate Null, als Abscisse den Werth, den der vorige Kurventheil in Feld 58 als äussersten erreicht hat. Kurve *a* bedeutet eine positive Bewegung der 58 Membrantheilchen. Kurve *b* bedeutet eine Zurückbewegung der Membrantheilchen. Aber, da dieser Kurventheil kürzer ist als *a*, so bleiben die Membrantheilchen 45—58 noch in ihrer verrückten Lage. Der Kurventheil 10—13 giebt die Kurve *c*, 13—15 die Kurve *d*. Auch hier bleiben die Theilchen 14—17 in der verrückten Lage. Der Kurventheil 15—20 giebt die Kurve *e*. Diese bedeutet eine positive Verrückung. Da eine solche aber bei den Theilchen 14—17 bereits vorhanden ist, so überspringt sie dieses Gebiet. Kurve *e* sollte eigentlich nur bis 36 reichen; wegen dieses Sprunges aber dringt sie bis 40 vor. Der Kurventheil 20—27 (*f*) sollte eigentlich nur bis 56 reichen. Da diese Kurve jedoch das Gebiet 40—44 überspringt, so kann sie sämmtliche verrückten Theilchen bis 58 in die Anfangslage zurückführen; und da auch jetzt noch ein Theil von ihr übrig ist, so macht sie noch einen Sprung (ein solcher Sprung bedeutet stets, dass die Flüssigkeit im Schneckenkanal an dieser Stelle nur in der Längsrichtung verschoben wird) und führt auch noch die von früher her (bei *l*) verrückten Theilchen 62—64 zurück. Auf diese Weise führt man nun die Konstruktion weiter, bis man zu dem Punkte der ursprünglichen Kurve gelangt, von dem man ausgegangen ist.[1] Dass schliesslich weder ein Rest übrig

[1] Ich habe meine Konstruktionen ganz willkürlich bei irgend einem Minimum der Kurve begonnen. Am leichtesten wird die Herstellung der Figur, wenn man beim tiefsten Minimum (z. B. in Fig. 2 der früheren Abhandlung beim Punkt 27) der Kurve anfängt. Beginnt man bei einem andern Punkte, so muss man manchmal, an der rechten Seite angekommen, wieder auf die linke übergehen und hier die nöthigen Ergänzungen machen.

bleibt noch ein Stück fehlt, zeigt uns, dass in der Konstruktion kein Versehen vorgekommen ist.

Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht über die Zusammensetzung der den Figuren zu Grunde liegenden Schwingungskurven:

Figur:	1	2	3	4	5	6	7 und 8	9 und 10	11 und 12
Verhältniss d. Schwingungszahlen	5:8	5:8	5:8	5:6	5:6	10:21	n:2n:(2n+d)	4n:(5n+d)	4n:(5n+d):(15n+3d):16n
Verhältnisszahlen der Amplituden	1:1	1:3	3:1	2:1	1:2	1:1	2:1:1	1:1	2:2:1:1

Die Figuren 1, 2 und 3 zeigen uns dasselbe Intervall 5:8. Wenn wir in Fig. 1 die Felder 1 bis 11 von links nach rechts verfolgen, so treten wir achtmal in nicht sehr verschiedenen Abständen von Weiss auf Schwarz hinüber, d. h. die entsprechenden Theilchen der Basilarmembran machen während der Periode achtmal nach nicht genau gleichen, aber auch nicht zu sehr verschiedenen Zeitabschnitten eine positive Bewegung. Nehmen wir nun, um bei möglichst einfachen Vorstellungen zu bleiben, an, eine jede solche Bewegung sei ein Reiz für die anliegenden Nervenendigungen, so müssen diese die Empfindung des Tones 8 vermitteln. Von den durch den Uebergang von Schwarz auf Weiss bezeichneten negativen Bewegungen nehme ich an, dass sie auf den Nerven ohne Einfluss bleiben. Es ist demnach gleichgültig, ob die schwarzen Felder grössere oder geringere Breite haben. Nur die linksseitige Begrenzung der schwarzen Felder ist für uns von Wichtigkeit, da durch sie der jedesmalige Zeitpunkt bezeichnet wird, in dem ein Reiz zur Wirkung gelangt.

Wir müssen nun freilich voraussetzen, dass dieselbe (einer gewissen Zahl von Reizungen während der Periode entsprechende)

Empfindung zu Stande kommt, wenn die Reize in etwas unregelmässigen Zeitabschnitten sich wiederholen, als wenn sie ganz regelmässig erfolgen. Doch ist es selbstverständlich, dass die Unregelmässigkeit eine gewisse Grenze hat. Wenn beispielsweise in einer Periode 20 Reize in ziemlich gleichen und darauf 20 in unter sich zwar auch gleichen, aber doppelt so grossen Abschnitten, als die früheren, aufeinanderfolgen würden, so können wir nicht annehmen, dass dann der Ton 40 entstehen muss, sondern dass im ersten Theile der Periode von denselben Nerven der Ton 60 (wegen der Schnelligkeit der Reizfolge), im zweiten Theile die tiefere Oktave 30 zur Empfindung gebracht wird. Die Grenze, innerhalb deren die Unregelmässigkeit der Reizfolge ohne Einfluss ist, kann allerdings nicht a priori bestimmt werden, sondern muss durch Beobachtung von speziellen Fällen ermittelt werden.

Bei dem Intervall 5:8 werden die Töne 8, 5, 2, 1 und, wenn 8 für sich allein stärker ist als 5, auch 3 gehört. Der Ton 8 erklärt sich aus Fig. 1, wie wir gesehen haben, sehr leicht; ebenso der Ton 5, denn bei den Theilchen 14 u. s. w. der Membran folgen während der Periode 5 Reize auf einander. Bei den Theilchen 12 und 13 haben wir freilich nur 7 Reize, und diesen Ton hört man nicht. Doch sind die beiden Reize *g* und *l* fast doppelt so weit von einander entfernt, als die übrigen. Es ist also ziemlich dasselbe, als wenn man bei einer Sirenenscheibe von 8 Löchern immer eins verstopft. Dann hört man doch den Ton 8, also wird auch wohl hier bei der Reizfolge 12 und 13 der Ton 8 zu Stande kommen. Die Stärke des Tones 8 wäre dann insgesammt $\frac{13}{64}$ oder 20 % des Gesammtklanges, während objektiv die Amplituden von 8 und 5 gleich sind. Bei den Membrantheilchen 40—57 sehen wir während der Periode 2 Reize auf einander folgen, bei 58—64 nur 1 Reiz. So erklären sich die Differenztöne 2 und 1. Sie stellen zusammen $\frac{25}{64}$ oder 39 % des Gesammtklanges dar.

In Fig. 2, wo der Ton 8 objektiv dreimal so stark ist als 5, ergiebt sich als Stärke des empfundenen Tones doch nur $\frac{34}{59}$ oder 58 % des Gesammtklanges. Die Differenztöne 1 und 2 entstehen hier bei den Theilchen 49 bis 59, ihre Stärke beträgt also zusammen $\frac{11}{59}$ oder 19 % des Gesammtklanges. Sehr bemerkenswerth ist der Unterschied, dass bei Fig. 2 der obere, für die Differenztöne 1 und 2 in Betracht kommende Theil einen sehr viel geringeren

Theil des Ganzen bildet, als in Fig. 1 bei objektiv gleicher Stärke der Primärtöne. In Fig. 3 ist objektiv der Ton 5 viel stärker als 8. Wir sehen hier von einer achtmaligen Reizung nichts. Wie ich nun oben berichtet habe, hört man, falls der Ton 8 nur objektiv vorhanden ist, wenn er auch beim Zusammenklange nicht herausgehört werden kann, doch die Differenztöne 2 und 1. Dementsprechend haben wir hier bei den Theilchen 40 bis 53 eine zweimalige, 54 bis 56 eine einmalige Reizung während der Periode. Die Stärke des empfundenen Tones 5 ist in diesem Falle $\frac{39}{56}$ oder 70 %, die der Differenztöne 2 und 1 zusammen $\frac{17}{56}$ oder 30 % des Gesammtklanges; objektiv ist der Ton 5 dreimal so stark als 8. Der Differenzton 3 ist in diesem Falle nicht zu hören, wohl aber in dem der Figur 1 entsprechenden. Wenn wir die beiden Figuren mit einander vergleichen, so sehen wir leicht, dass uns kaum etwas Anderes übrig bleibt, als in Fig. 1 aus der eigenthümlichen Bewegungsform der Teilchen 14 bis 39 sowohl den Ton 5 als 3 herauszulesen. Die Annahme freilich lehne ich von vornherein ab, dass etwa bei diesen Theilchen dieselben Nervenendigungen gleichzeitig den Ton 5 und 3 vermittelten. Vielmehr können nur einzelne 5, andere 3 zur Empfindung bringen. 5 ist ja sehr leicht erklärt, denn wir haben überall von 14 bis 39 fünf auf einander folgende Reizungen. Um den Ton 3 zu erklären, müssen wir annehmen, dass bei einzelnen Theilchen zweimal je zwei Reizungen ihrer Wirkung nach zu einer einzigen verschmelzen. Dass dies unmöglich sei, wird wohl Niemand behaupten. Ich weise bei dieser Gelegenheit auf die in meiner früheren Abhandlung veröffentlichten Versuche mit unregelmässig auf einander folgenden Luftstössen bei Sirenenscheiben hin. Man macht dabei manchmal ganz seltsame, schwer zu erklärende Beobachtungen, jedenfalls nicht weniger schwer, als hier das Hören des Tones 3. Weshalb aber zwei Reize zu einem verschmelzen, darüber kann ich in unserem Falle eine bestimmte Aussage noch nicht machen, blosser Vermuthungen aber möchte ich mich lieber enthalten.

Die Figuren 4 und 5 zeigen uns das Intervall 5 : 6. In Figur 5, wo der Ton 6 objektiv an Stärke überwiegt, sehen wir bei den Feldern 1 bis 13 sechs Reizungen in der Periode, bei 14 bis 17 fünf Reizungen, bei 18 bis 23 vier Reizungen, bei 24 bis 29 drei, bei 30 bis 33 zwei, bei 34 bis 36 Eine Reizung. Diese Töne werden auch alle gehört, mit Ausnahme von 2, den ich wenig-

stens mit Sicherheit nicht festzustellen vermochte. Doch ist in diesem Falle die Verschmelzung zweier Reize zu einem einzigen sehr leicht zu erklären, da sie verhältnissmässig ausserordentlich nahe an einander liegen, in den Feldern 30 und 31 der Fig. 5 bei *a* und *c*, in den Feldern 32 und 33 bei *l* und *a*. In Fig. 4, wo der Ton 6 objektiv viel schwächer ist als 5, sehen wir einen sechsmaligen Reiz überhaupt nicht entstehen, wohl aber die den Differenztönen 4, 3 und 1 entsprechenden Reizfolgen. In den Feldern 21 bis 23 von Fig. 4 haben wir drei Reizungen und können daher annehmen, dass hier der Ton 3 entsteht. Andererseits jedoch muss man bedenken, dass die drei Reize *i*, *a* und *c* sehr nahe an einanderliegen, dass dann aber eine Pause folgt. Es ist also ähnlich, als wenn wir bei einer Sirenenscheibe von vier Löchern immer eines verstopften; in diesem Falle hört man doch den Ton vier. Wir können also annehmen, dass auch hier nicht der Ton 3, sondern 4 zur Empfindung gelangt. Dies eben ist die Zweideutigkeit des Reizes, von der ich früher sprach, durch die eine abwechselnde Verstärkung bald von 3, bald von 4 beim Intervall 5 : 6 ermöglicht wird. Welches freilich die physiologischen Ursachen sein können, durch die bewirkt wird, dass dem zweideutigen Reize bald die eine, bald die andere Empfindung entspricht, darüber weiss ich nichts zu sagen. Aehnlich, wie hier sind die Verhältnisse beim Intervall 4 : 5 und andern.

Fig. 6 zeigt uns das Intervall 10 : 21, also in mittleren Lagen eine um ziemlich viel Schwingungen verstimmte Oktave. In den unteren Feldern sehen wir 21 Reizungen während der Periode auf einander folgen. Der Ton 21 müsste nun eigentlich, wie leicht aus der Figur zu ersehen ist, zweimal, in der Gegend von *e* und *s* schweben, weil die in kürzeren Zeitabschnitten sich wiederholenden Reize sich hier bis auf das Theilchen 13 hin erstrecken, bei dem in der Gegend von *a* und *m* die Reizungen nach doppelt so langen Zeiten auf einander folgen. Er schwebt aber, wenn keine Obertöne vorhanden sind, wie ich gezeigt habe, überhaupt nicht. Es handelt sich jedoch in diesem Falle auch nur um sehr geringe Stärkeschwankungen, die wahrscheinlich zu gering sind, um bemerkt werden zu können. Wir erhalten also bei den Theilchen 1 bis 12 den Ton 21, 13 bis 40 den Ton 10 und bei 41 bis 48 den Differenzton 1, wie er in diesem Falle thatsächlich zu beobachten ist.

Die Figuren 7 und 8 zeigen uns den Vorgang bei einem nur ganz minimal verstimmten Oktavenintervall (wo also kein Differenzton entsteht), wenn der tiefere Ton die Oktave als Oberton enthält. In diesem Falle (etwa beim Intervall 500 : 1001) kann ich natürlich nicht die ganze Periode aufzeichnen. Wir brauchen aber auch, um uns den Vorgang anschaulich darzustellen, nur die beiden charakteristischen Phasen, die, wenn der höhere Ton um 1 Schwingung verstimmt ist, nach Verlauf von $\frac{1}{2}$ Sek. sich immer ablösen. Diese beiden Phasen sehen wir nun in Fig. 7 und 8. In Fig. 7 erstrecken sich die Reizungen des höheren Tons über 5 Felder, die des tieferen über 17. In Fig. 8 sind die Reizungen des höheren Tons gänzlich verschwunden, die des tieferen erstrecken sich über 12 Felder. Beide Töne müssen also schweben, aber der höhere auffallender, weil er abwechselnd auftritt und wieder verschwindet, während der tiefere nur abwechselnd stärker und schwächer wird.

Beim verstimmten Intervall 4 : 5 hört man, wie ich festgestellt habe, wenn keine Obertöne vorhanden sind, keine Schwebungen des Differenztons 1. Wenn solche zu Stande kämen, so könnte dies nur dadurch geschehen, dass die objektiven Töne mit beständig sich ändernder Phase zusammenklingen. Man kann in diesem Falle vier charakteristische Phasen unterscheiden, die, wenn der höhere Ton um 1 Schwingung verstimmt ist, in Abständen von $\frac{1}{16}$ Sek. auf einander folgen, zusammen also eine Viertelsekunde ausfüllen. Fig. 9 bringt uns die erste, Fig. 10 die zweite dieser Phasen zur Anschauung. Die dritte und vierte erhält man fast genau, wenn man in diesen beiden Figuren Weiss und Schwarz mit einander vertauscht. Wir überzeugen uns ohne Weiteres, dass diese Phasenverschiebung keine bemerkenswerthe Klangänderung zu bewirken im stande ist. Ein ganz anderes Bild zeigen uns die Figuren 11 und 12, die ebenfalls das verstimmte Intervall 4 : 5 darstellen, wobei aber zu 4 der Oberton 16, zu 5 der Oberton 15 hinzugefügt ist. Hier kann man zwei charakteristische Phasen unterscheiden, die, wenn der Ton 5 um 1 Schwingung verstimmt ist, in Abständen von $\frac{1}{8}$ Sek. auf einander folgen, zusammen eine Viertelsekunde ausfüllen, sodass also der ganze Vorgang sich viermal in der Sekunde wiederholt, entsprechend den 4 Schwebungen des Differenztons 1, die man in diesem Falle hört. In Fig. 11 kommt der Differenzton 1 in mehr als 10 Theilchen von 36—46 zu Stande, in Fig. 12

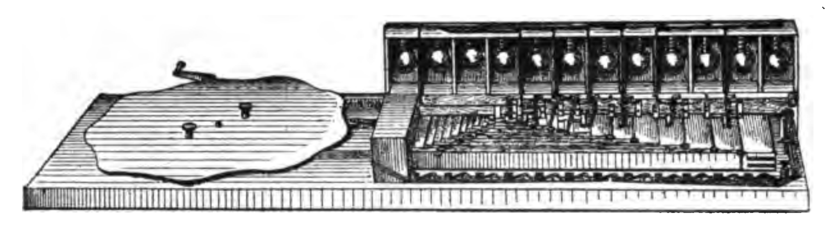
dagegen nicht einmal ganz in einem einzigen, 35. Wir haben also hier die Schwebungen des Differenztons direkt erklärt, ohne in der Annahme von allerlei mit einander schwebenden Differenztönen unserer Phantasie freien Spielraum lassen zu müssen.

Ich habe im Vorstehenden meine Theorie auf eine Anzahl spezieller Fälle angewandt, die mir in der einen oder andern Hinsicht besonders merkwürdig waren. Mir scheint die Uebereinstimmung der Theorie mit den Thatsachen in allen diesen Fällen eine recht gute zu sein. Doch dürfte die Theorie, wenn sich ihre Grundvoraussetzung als richtig erwiese, jedenfalls in den Einzelheiten einen weiteren Ausbau erfordern. Vor Allem aber bedarf das Thatsachenmaterial, das durch die Theorie erklärt werden soll und auf das sich jede Theorie daher zu stützen hat, noch einer recht ausgiebigen Erweiterung durch neue Beobachtungen. Am meisten muss man wohl nach der bisherigen Darstellung meiner Theorie an den daraus folgenden Intensitätsverhältnissen Anstofs nehmen. Für die Differenztöne scheint aus der Theorie doch eine grössere relative Stärke sich zu ergeben, als sie in Wirklichkeit zu beobachten ist, und die Abschwächung des höheren Primärtons eines Zweiklanges scheint auch nicht so bedeutend zu sein, als die Theorie erwarten lässt. Doch das muss ich betonen, dass die obigen Intensitätsbestimmungen auf der stillschweigend gemachten Voraussetzung beruhen, dass die Nervenendigungen in gleicher Dichtigkeit der Länge nach über die Basilarmembran verbreitet sind, und dass die Länge des ausgebuchteten Theiles der Membran stets proportional ist der Weite der betreffenden Schwingungsbewegung des Steigbügels. Wie weit die erstere Annahme erfüllt ist, kann man bei unserer mangelhaften anatomischen Kenntniss der Schnecke nicht sagen; die zweite ist aber sicherlich nicht erfüllt, da der Querschnitt des Schneckenkanals keineswegs vom Anfange bis zur Schneckenspitze der gleiche ist. Ich werde auf diesen Punkt in einer weiteren Abhandlung näher eingehen und hoffe zeigen zu können, dass meine Theorie nicht nur die Qualitäten, sondern auch die Intensitäten in vollkommenerer Weise als die Resonanztheorie zu erklären vermag.

Anhang I.

Ueber einen Apparat zur Demonstration der Wellenzerlegung durch das Gehörorgan.

Man hat bekanntlich, um die Eigenthümlichkeit der Wellenbewegung zu verdeutlichen, allerlei Wellenmaschinen construirt, die einen der Wellenbewegung analogen Vorgang vor dem Auge des Betrachtenden vorüberziehen lassen. Zu ähnlichem Zwecke, um nämlich die durch Einwirkung einer beliebigen akustischen Welle auf das Ohr meiner Theorie gemäfs bewirkte verschieden frequente Reizung der Nervenendigungen in der Schnecke in ganz langsamer Aufeinanderfolge darzustellen, habe ich einen Apparat construirt, dessen Einrichtung und Function ich kurz beschreiben möchte.[1]



Wie die Figur zeigt, enthält der Apparat eine Reihe (12) Glühlämpchen, die eine Reihe von Nervenendigungen in der Schnecke vertreten sollen. Die in der Figur sichtbare eiserne Scheibe, die vermittelst einer Schraube ohne Ende langsam gedreht werden kann, enthält an der Peripherie eine Curve, die zusammengesetzt ist aus zwei ein Nonenintervall (4 : 9) bildenden Sinusschwingungen. Da die Scheibe leicht auswechselbar ist, so kann jedoch auch jede beliebige anders zusammengesetzte Curve angewandt werden. Der die Wellenzerlegung bewirkende Mechanismus besteht aus zwölf beweglichen Holzrahmen (entsprechend den zwölf Lämpchen), von denen jeder einen eigenthümlich gebauten Schleifkontakt trägt.

Die Holzrahmen, die durch Drehung der Curvenscheibe bewegt werden, sind so eingerichtet, dafs eine kleine (positive

[1] Der Apparat befindet sich im Psychologischen Seminar zu Berlin und kann dort in Augenschein genommen werden.

oder negative) Steigung der Curve nur den bezw. die ersten Rahmen in (positive oder negative) Bewegung versetzt und damit ein Erglühen oder Erlöschen der zugehörigen Lämpchen veranlaſst. Je gröſser die Steigung der Curve ist, um so gröſser ist auch die Zahl der bewegten Rahmen und damit der zum Erglühen bezw. Erlöschen gebrachten Lämpchen. Dies entspricht insofern der Bewegung der Basilarmembran, als durch eine kleine Hin- und Herbewegung des Steigbügels nur der am Anfange gelegene Theil der Basilarmembran in Bewegung versetzt und so auf die hier lagernden Nervenendigungen ein Reiz ausgeübt wird, während durch gröſsere Hin- und Herbewegungen des Steigbügels auch weiter nach der Schneckenspitze hin gelegene Theile der Basilarmembran bewegt werden.

Dreht man nun die Scheibe mit der Curve (4 : 9) einmal herum, so sieht man die ersten Lämpchen neunmal, die weiter folgenden viermal und die letzten einmal erglühen, entsprechend den drei Tönen, die bei Einwirkung einer solchen Luftwelle auf das Gehörorgan thatsächlich gehört werden. Man kann also auf diese Weise auch dem, der nicht näher in die Theorie eingeweiht ist, die Möglichkeit einer den wirklichen Tonempfindungen entsprechenden Zerlegung des physikalischen Schwingungsvorganges anschaulich zeigen, was der Zweck des Apparates ist.

Anhang II.

Erweiterung der Theorie des Hörens.[1]

In der obigen Darstellung der Theorie war vorausgesetzt worden, daſs die Nervenendigungen in gleicher Dichtigkeit der Länge nach über die Basilarmembran ausgebreitet seien, und daſs die von einer Querfaser der Membran bei der Einwirkung einer Tonschwingung beschriebene Fläche am Anfange der Schnecke ebenso groſs sei wie an der Spitze der Schnecke und

---

[1] Die folgende Ableitung geht nicht etwa von einer der Theorie hinzugefügten Hilfshypothese aus, sondern ist eine Berücksichtigung der thatsächlichen, wenn auch noch nicht mit groſser Genauigkeit und Zuverlässigkeit festgestellten anatomischen Befunde.

an jeder anderen Stelle der Membran. Diese letztere Voraussetzung entspricht, wie schon früher erwähnt wurde, zweifellos nicht der Wirklichkeit, da die Membran an Breite nach der Schneckenspitze hin beträchtlich zunimmt. Im Folgenden wird nun dargestellt, welche Wirkung die verschiedene Breite der Membran der neuen Theorie zufolge auf die Intensität der Töne haben mufs.

Wir wollen voraussetzen, die Basilarmembran nehme vom Anfange bis zur Schneckenspitze gleichmäfsig um so viel zu, dafs die gröfste Breite sechsmal so grofs ist als die geringste. Letztere sei gleich b. Die Länge der Membran sei gleich $150\,b$. Diese Annahmen dürften nach den bisherigen Messungen der Membran einigermafsen mit den wirklichen Verhältnissen übereinstimmen. Die Entfernung einer beliebigen Stelle der Membran vom Anfange sei x, die Breite der Membran an diesem Punkte β.

b β x

Dann ist $\frac{\beta - b}{x} = \frac{6\,b - b}{150\,b} = \frac{1}{30}$, also

$$\beta = b + \frac{x}{30} = \frac{30\,b + x}{30}$$

Die von einer Querfaser der Membran bei der Bewegung aus der Ruhelage bis zur maximalen Ausbuchtung beschriebene Fläche sei am Anfange der Membran q, an einer beliebigen Stelle $\varkappa$. Machen wir über das Verhältnifs von q und $\varkappa$ die einfachste Annahme, dafs nämlich diese Flächen ähnlich sind, so ist:

$$\frac{\varkappa}{q} = \frac{\beta^2}{b^2} = \frac{(30\,b + x)^2}{900\,b^2}$$

Die von einem ausgebuchteten Theile der Membran aufgenommene Flüssigkeitsmenge f ist:

$$f = \int_{x_1}^{x_2} \varkappa \, dx = \int_{x_1}^{x_2} \frac{q}{900\,b^2} (30\,b + x)^2 \, dx =$$

$$= \frac{q}{2700\,b^2} \left[(30\,b + x_2)^3 - (30\,b + x_1)^3\right]$$

Die gesammte in der Ausbuchtung der ganzen Membran Platz findende Flüssigkeitsmenge F erhalten wir, wenn wir $x_1 = 0$, $x_2 = 150\,b$ setzen:

$$F = \frac{q}{2700\,b^2}\left[(180\,b)^3 - (30\,b)^3\right] = 2150\,bq$$

Wir wollen nun berechnen, wie weit die Membran vom Anfange an sich ausbuchten mufs, um die Flüssigkeitsmenge $50\,bq$ aufzunehmen. Dann ist $x_1 = 0$, x_2 die zu berechnende Unbekannte.

$$50\,bq = \frac{q}{2700\,b^2}\left[(30\,b + x)^3 - 27000\,b^3\right]$$

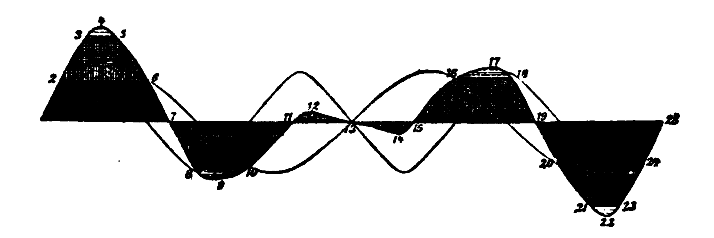
$$x = 24{,}514\,b$$

Auf dieselbe Weise können wir berechnen, wie weit die Membran vom Anfange an sich ausbuchten mufs, um die Flüssigkeitsmengen $100\,bq$, $150\,bq$, $200\,bq$ u. s. w. aufzunehmen. Die folgende Tabelle zeigt uns die Ergebnisse der Rechnung. Links stehen die Flüssigkeitsmengen als Vielfache der willkürlich angenommenen Einheitsmenge $50\,bq$, rechts die zugehörigen Werthe von x als Vielfache von b.

f	x	f	x	f	x	f	x	f	x
1	24,51	11	84,78	21	111,98	31	131,50	41	147,18
2	36,72	12	88,10	22	114,18	32	133,20	42	148,60
3	45,60	13	91,24	23	116,31	33	134,88	43	150,00
4	52,77	14	94,22	24	118,38	34	136,51		
5	58,88	15	97,07	25	120,40	35	138,12		
6	64,24	16	99,80	26	122,36	36	139,70		
7	69,06	17	102,42	27	124,28	37	141,25		
8	73,45	18	104,94	28	126,14	38	142,77		
9	77,49	19	107,37	29	127,97	39	144,26		
10	81,25	20	109,71	30	129,75	40	145,73		

Ich will nun an einem Beispiel zeigen, wie obige Tabelle bei den theoretischen Intensitätsbestimmungen zusammengesetzter Klänge zu verwerthen ist. Von der durch den Steigbügel eines Ohres verdrängten Flüssigkeitsmenge kann angenommen werden, dafs sie der Entfernung des Steigbügels aus seiner Ruhelage proportional sei. Nun mache der Steigbügel eine periodische

Schwingung, die zusammengesetzt sein soll aus den Sinusschwingungen des Quintenintervalls in gleichen Amplituden.



Um in diesem Falle ein Bild von der Bewegung der Basilarmembran zu erhalten, müssen wir zunächst die Schwingungscurve nach den früher entwickelten Regeln zerlegen. Wir erhalten dann für die drei hörbaren Töne 3, 2 und 1 drei Amplitudentheile, die sich ungefähr verhalten wie 2 : 9 : 8. Diese Theile bedeuten jedoch der wachsenden Membranbreite wegen nicht auf einander folgende Längen der Basilarmembran, sondern auf einander folgende Flüssigkeitsmengen. Die zu diesen Flüssigkeitsmengen gehörigen Membranlängen bestimmen wir nun aus der Tabelle auf folgende Weise.

Wenn wir als Flüssigkeitseinheit 50 *bq* annehmen, so erhalten wir als die zur Erzeugung des Tones 3 dienende Membranlänge 36,7 (da $x = 36{,}7$ für $f = 2$). Gehen wir um 9 Flüssigkeitsmengen weiter, so erhalten wir $x = 84{,}8$, als Membranlänge für den Ton 2 also 84,8 — 36,7 = 48,1. Gehen wir nun um 8 Flüssigkeitsmengen weiter, so erhalten wir $x = 107{,}4$, als Membranlänge für den Ton 1 also 107,4 — 84,8 = 22,6. Die zur Erzeugung der Töne 3, 2 und 1 dienenden Membranlängen verhalten sich daher ungefähr wie 37 : 48 : 23.

Wenn wir als Flüssigkeitseinheit 100 *bq* annehmen, d. h. wenn wir die physikalischen Töne auf das Ohr in demselben Stärkeverhältnifs, aber mit verdoppelter Amplitude einwirken lassen, so erhalten wir als Membranlängen für die drei Töne 3, 2 und 1 bezw. 52,8, 114,2 — 52,8 = 61,4, 142,8 — 114,2 = 28,6. Die zur Erzeugung der Töne 3, 2 und 1 dienenden Membranlängen verhalten sich also in diesem Falle ungefähr wie 53 : 61 : 29.

Das Stärkeverhältnifs der gehörten Töne würde hiernach nicht ganz unabhängig sein von der absoluten Intensität, mit der die Tonschwingungen auf das Ohr einwirken. Vielmehr

wird durch gröfsere absolute Tonintensität die relative Intensität der höheren Töne etwas begünstigt. Doch ist der Unterschied nicht so grofs, dafs man hoffen könnte, ihn durch Beobachtung festzustellen, da die Schwierigkeiten bei feineren Untersuchungen dieser Art dem Anscheine nach unüberwindlich sind.

Bei der früheren Darstellung meiner Theorie dürfte es Anstofs erregt haben, dafs die Abschwächung des höheren von zwei Primärtönen im Zusammenklange nach der Theorie so aufserordentlich grofs ist, und dafs die Differenztöne verhältnifsmäfsig gar zu stark sind. Die obigen Ausführungen zeigen, dafs dieses auffällige Stärkeverhältnifs durch die Wirkung der verschiedenen Membranbreite derart modifizirt wird, dafs kaum noch Anstofs daran zu nehmen ist, zumal wenn man bedenkt, dafs die Gröfsenverhältnisse der Membran hier nur der Wahrscheinlichkeit nach angenommen sind, in Wirklichkeit aber noch andere sein können.

Falls die Basilarmembran nicht bei allen Individuen in gleicher Weise gebaut wäre, sondern bei einigen gröfsere, bei anderen geringere Breitenunterschiede aufweisen würde, was keineswegs unwahrscheinlich ist, so würde dies nach der Theorie individuelle Unterschiede des Hörens zur Folge haben. Vor Allem würden Personen, bei denen die Zunahme der Membranbreite nicht so beträchtlich ist, die Differenztöne bei Weitem stärker hören als solche, deren Membran nach der Schneckenspitze zu sich stark verbreitert.

Dafs die Membran gerade am Anfange so sehr schmal ist, bringt unter Anderem den Vortheil mit sich, dafs selbst ein Schall von sehr geringer Schwingungsamplitude noch leicht eine Schallempfindung hervorruft (was ja hinlänglich bekannt), da infolge der geringen Breite der Membran auch bei minimalen Schwingungen des Steigbügels ein nicht unbedeutender Längenabschnitt der Basilarmembran in Bewegung gerathen mufs.

Eine Konsequenz der entwickelten Anschauungen ist, dafs bei der Verstärkung einer einfachen auf das Ohr einwirkenden Tonschwingung die zum Centralorgan fortgepflanzte physiologische Erregung nicht in gleichem, sondern in geringerem Maafse zunimmt, als die Schwingungsamplitude.

Die vorstehenden Auseinandersetzungen über zusammengesetzte Klänge beschränken sich auf solche Klänge, die von nur zwei physikalischen Komponenten gebildet werden. Wenn

nicht nur zwei, sondern eine gröfsere Zahl Sinusschwingungen erzeugt werden, so gelten natürlich dieselben theoretischen Regeln. Bedenken erregende Schwierigkeiten scheinen mir aus diesen complicirteren Fällen für die Theorie nicht zu entstehen.

Bei vielstimmigen Accorden, wie sie in unserer Orchestermusik ganz gewöhnlich sind, ist zu erwarten, dafs der im Concertsaal stattfindenden Reflexionen wegen nicht alle Töne gleich stark auf beide Ohren, sondern die einen stärker auf das eine, die andern stärker auf das andere Ohr einwirken. Dies würde nach der Theorie in vielen Fällen zur Folge haben, dass gewisse Töne auf dem einen, gewisse auf dem anderen Ohre unhörbar werden. Da wir aber mit beiden Ohren hören, so kann nur selten ein Ton für unsere Empfindung gänzlich verloren gehen, da es nicht wahrscheinlich ist, dass häufig derselbe Ton für beide Ohren verschwindet.

Für den Genuss vielstimmiger Musik dürfte daher die Existenz von zwei Gehörorganen nicht ohne Bedeutung sein. Man kann sich leicht durch Beobachtung davon überzeugen, wenn man beim Hören von Musik das eine Ohr mit dem Finger verschliefst. Die Accorde werden dann nicht nur schwächer, sondern verlieren auch im Allgemeinen erheblich an Klangfülle, was kaum anders erklärt werden kann als dadurch, dass einzelne Töne bei einohrigem Hören stark geschwächt oder ganz unhörbar sind.

Durch den Umstand, dafs die Schnecke so klein ist gegen die Wellenlänge der akustischen Reize, steht unser Gehörorgan in mancher Hinsicht zurück hinter dem Auge, da die Wellenlänge der optischen Reize verschwindend klein ist gegen die Dimensionen der Netzhaut. Dieser Nachtheil wird nur dadurch einigermafsen ausgeglichen, dafs die Entfernung unserer beiden Gehörorgane von einander einen ziemlich grofsen Bruchtheil der Wellenlänge der häufiger vorkommenden akustischen Reize darstellt.

Ueber die Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhen

nebst einigen Bemerkungen
über die Methode der Minimaländerungen.

Von

Max Meyer.

I. Die Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhen.

Die Ermittelung der Empfindlichkeit des menschlichen Ohres für kleine Tonhöhenunterschiede kann nach verschiedenen Richtungen hin von Interesse werden. Die physiologische Theorie des Hörens wird immer damit zu rechnen haben, sei es, dass man die Zahl der unterscheidbaren Töne mit der Zahl der Fasern im Gehörorgan vergleicht, die nach Helmholtz durch Töne in Mitschwingung versetzt werden, sei es, dass man in anderer Weise Verifikationen oder Erläuterungen der aufgestellten Hypothesen daraus herleitet. Für die psychologische Theorie der Tonwahrnehmungen ist es nicht ohne Bedeutung, die Feinheit des Urtheils über Tonhöhenunterschiede mit der über die Reinheit von Intervallen zu vergleichen. Den Psychophysikern endlich waren diese Untersuchungen längere Zeit darum wichtig, weil es galt, das Weber-Fechner'sche Gesetz der Konstanz der relativen Unterschiedsempfindlichkeit auf dem Gebiete der Tonhöhen zu prüfen, wo es von seinen Urhebern als zweifellos gültig hingestellt worden war. Dieses Gesetz ist nun mehr und mehr wankend geworden. Aber die zu seiner Prüfung angewandten „psychophysischen Maassmethoden" haben als bestimmte Fragestellungen über das Verhältniss der Sinnesempfindungen zu einander eine selbstständige Bedeutung gewonnen.

Wenn es sich um kleinste, eben merkliche Empfindungsunterschiede handelt, kann entweder gefragt werden, ob ein Unterschied in bestimmter Hinsicht überhaupt bemerkt wird (Methode der eben merklichen Unterschiede oder der Minimaländerungen), oder ausserdem noch, in welcher Richtung der Unterschied liegt, hier also, ob der zweite Ton höher oder tiefer ist (Methode der richtigen und falschen Fälle). Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse sind vermittelst der zweiten Methode gewonnen. Die Nachtheile der ersteren gegenüber der zweiten werden nach dem Bericht über die sachlichen Ergebnisse dargelegt werden.

Hauptversuchsperson war Professor Stumpf. Die Versuche mit dem Tone 600 wurden ausserdem noch mit einer Anzahl anderer, sämmtlich hervorragend musikalischer Personen gemacht. Dass die Versuchspersonen musikalisch waren, bedarf kaum der Rechtfertigung. Solche Personen bringen bereits eine erhebliche Uebung mit, die andere im Verlauf der Versuche sich erst erwerben müssen, und man darf zugleich bei Musikalischen eine grössere Fähigkeit der Vertiefung, der Konzentration und des dauernden Interesses an so langwierigen Versuchsreihen über feinste Unterschiede im Tongebiet voraussetzen — auch hier natürlich nur dann, wenn zugleich Interesse und Begabung in allgemein wissenschaftlicher Hinsicht mit den musikalischen Fähigkeiten verknüpft ist.

Zur Tonerzeugung wurden Stimmgabeln benutzt. Die Tonhöhenänderung der Gabeln wurde nicht durch Verschiebung von Laufgewichten bewirkt, da es darauf ankam, die Gabeln auf die angewandten Verstimmungen möglichst genau einzustellen. Die eine Zinke jeder veränderlichen Gabel wurde — je nach der Grösse der Gabel — 1,5 bis 3,5 cm tief angebohrt und eine entsprechend lange, durch eine Gegenmutter feststellbare Stahlschraube eingesetzt, die bei der Gabel 1200 hohl, bei den übrigen massiv war und bei 100 einen schweren, bei 200 einen etwas leichteren Messingkopf als Belastung trug. Durch Einstellung der Schraube auf einen bestimmten Punkt liess sich die jedesmal gewünschte Tonhöhe ohne grosse Mühe mit hinreichender Genauigkeit herstellen.

Um den Nullpunkt zu bestimmen, darf man sich nicht mit dem Fortfall bemerkbarer Schwebungen begnügen, sondern muss auch um gleichviel (etwa 3 Windungen der Schraube) nach der

Höhe und nach der Tiefe zu verstimmen, wo dann die Schwebungen gleich schnell sein müssen. Man kann so den Nullpunkt recht gut feststellen. Doch ist die zweite Dezimale im Allgemeinen bereits mit einem Fehler behaftet. Ich habe mich daher auch mit Bestimmung zweier Dezimalstellen begnügt. Wie Schischmanow[1] die Angabe einer dritten Dezimale rechtfertigen kann, sehe ich nicht recht ein. Luft[2] hat bei seinen Versuchen sich mit der Bestimmung zweier Dezimalstellen begnügt, wie aus seiner ersten Tabelle der Rohversuche hervorgeht. Die Mittelwerthe aus diesen ursprünglichen Zahlen berechnet er jedoch bis auf die dritte Dezimale, was ich nicht billigen kann, da es doch nur den Schein einer Genauigkeit erweckt, die in Wirklichkeit nicht besteht. Ich gebe daher später Luft's Ergebnisse zweistellig wieder.

Je kleiner die Gabeln sind, um so empfindlicher zeigen sie sich gegen Temperaturwechsel. Es wurde daher namentlich bei den höheren Gabeln vermieden, sie mit der warmen Hand direkt zu berühren.

Die Gabeln 400, 600 und 1200 waren auf ihren Resonanzkästen befestigt und wurden, um möglichst gleich starke Töne zu erzielen, durch Federkraft vermittelst hölzerner Hämmer angeschlagen, die bei den Gabeln 400 und 600 mit Gummi, bei 1200 mit Tuch bekleidet waren. Die Gabeln 100 und 200 wurden durch kräftiges Aufschlagen auf die Tischplatte bezw. eine Tuchunterlage in Schwingung versetzt und dann vor die Oeffnung des betreffenden Resonanzkastens gehalten, aus dem ein etwa 2 m langer Schlauch zum Ohre des Beobachters führte. Die Intensitäten habe ich bei diesem Verfahren dadurch gleich zu machen gesucht, dass ich die schwingenden Gabeln bald mehr, bald weniger nahe an die Oeffnung des Resonanzkastens brachte, je nachdem es mir bei gleichzeitiger aufmerksamer Beobachtung der Intensitäten erforderlich schien. Man erlangt hierin bald ziemliche Uebung.

Jeder Einzelversuch wurde dreimal, und wenn einer der Beobachter es wünschte, noch öfter wiederholt, bevor das Urtheil „zweiter Ton höher“ oder „zweiter Ton tiefer“ abgegeben wurde.

---

[1] Wundt's Philosophische Studien, Bd. 5.

[2] Wundt's Studien, Bd. 4.

Man erreicht hierdurch, dass nicht nur im Gesammtergebniss, sondern vielfach schon in einem Einzelfalle kleine Unregelmässigkeiten des Anschlaggeräusches, der Intensität der zu vergleichenden Töne sowie der zwischen der Beobachtung dieser beiden Töne liegenden Zwischenzeit sich ausgleichen. Die Beobachter selbst kontrollirten insbesondere auch die Gleichheit der Intensität und liessen jedes Mal, wenn diese nicht völlig erreicht schien, den Versuch nochmals wiederholen. Ebenso bei Schwankungen der Aufmerksamkeit, soweit sie ihnen selbst zum Bewusstsein kamen. Daher ist das Ergebniss als das einer möglichst maximalen, nicht etwa durchschnittlichen Aufmerksamkeit entsprechende anzusehen.

Bei den Tönen 400, 600 und 1200 gingen die Versuche in folgender Weise vor sich. Die Federn der Hämmer wurden gespannt, die Normalgabel angeschlagen und nach kurzer Zeit gedämpft, dann die Vergleichsgabel angeschlagen und nach gleicher oder ein wenig längerer Zeit gedämpft. Hierauf wurden wieder die Federn gespannt u. s. w. Durch letztere Manipulation entstand zwischen den wiederholten Einzelversuchen eine kleine Pause. Bei 100 war diese Pause etwas kürzer, da das Anschlagen der beiden Gabeln nicht ganz so viel Zeit erforderte, als das Spannen der Federn. Bei 200 war diese Zwischenpause ebenso lang als die Pause zwischen dem Normal- und dem Vergleichston. Da nämlich diese beiden Gabeln nach einmaligem Anschlag sehr lange kräftig in Schwingung blieben, so konnten drei Einzelversuche hinter einander gemacht werden, ohne dass die Gabeln inzwischen angeschlagen zu werden brauchten. (Eine geringe Abnahme der Schwingungsintensität wurde, soweit es nöthig war, durch grössere Annäherung an die Oeffnung des Resonanzkastens ausgeglichen). Da es nun möglicher Weise die Zuverlässigkeit des Urtheils begünstigt, wenn bald, nachdem etwa der zweite Ton für höher gehalten worden ist, wieder geprüft werden kann, ob der erste wirklich tiefer ist, so könnte vielleicht das Ergebniss für den Ton 200, weniger das für den Ton 100, um ein geringes besser ausgefallen sein, als es im Vergleich zu den übrigen Tönen in Wirklichkeit sein dürfte.

Zu bemerken ist noch, dass der Ton der Normalgabel bei jedem Einzelversuche vor dem veränderlichen der Vergleichsgabel angegeben wurde.

Kollektivversuche für den Ton 600.

Verstimmung	Horneffer			Hutzelmann			Kohlrausch			Lange			Laurischkus			Loewenfeld			Summe			Prozent		
	r.	f.	z.	r.	f.	z.	r.	f.	z.	r.	f.	z.	r.	f.	z.	r.	f.	z.	r.	f.	z.	r.	f.	z.
— 1,14	—	—	—	14	1	1	4	0	0	13	2	1	7	1	1	8	1	0	46	5	3	85	9	6
— 0,62	—	—	—	19	3	0	9	4	2	16	2	4	7	2	0	11	3	0	62	14	6	76	17	7
— 0,37	5	4	1	9	3	1	6	4	2	3	1	6	—	—	—	7	4	4	30	16	14	50	27	23
+ 0,37	6	1	2	10	3	0	6	3	3	8	0	1	—	—	—	10	2	2	40	9	8	70	16	14
+ 0,63	—	—	—	19	3	0	7	7	1	11	4	7	7	0	2	11	1	2	55	15	12	67	18	15
+ 1,05	—	—	—	14	1	1	2	0	2	14	1	1	8	0	1	8	0	1	46	2	6	85	4	11

Urtheile von Prof. Stumpf für die Töne 100, 200, 400, 600, 1200.

100	r.	f.	200	r.	f.	400	r.	f.	600	r.	f.	1200	r.	f.
— 0,69	28	5	— 0,63	32	1	— 0,61	30	3	— 0,62	26	3	— 0,71	25	10
— 0,38	22	11	— 0,38	28	5	— 0,34	24	9	— 0,37	31	6	— 0,35	25	10
+ 0,39	25	8	+ 0,37	27	6	+ 0,34	29	4	+ 0,37	31	6	+ 0,35	22	13
+ 0,69	21	12	+ 0,63	28	5	+ 0,61	31	2	+ 0,63	27	3	+ 0,71	24	11

In den Tabellen bedeutet —, dass der zweite, also der Ton der veränderlichen Gabel, tiefer als der erste, der der Normalgabel, war; + bedeutet, dass der zweite Ton höher war. Es wurden sowohl nach der Tiefe, wie nach der Höhe zu zwei Verstimmungen von etwa 0,35 und 0,65 Schwingungen angewandt. Die kleinen Abweichungen von diesen Zahlen erklären sich daraus, dass die benutzten Verstimmungen bei den einzelnen Gabeln leicht hergestellt werden konnten, weil sie gerade einem ganzzahligen Vielfachen einer Schraubenwindung entsprachen. Aus demselben Grunde stimmt auch die dritte, nur bei den Kollektivversuchen angewandte Verstimmung nach der Höhe und nach der Tiefe zu nicht ganz überein.

Die einzelnen Personen bei den Kollektivversuchen zeigen, wie man aus der Tabelle sieht, zwar nicht genau die gleiche Unterschiedsempfindlichkeit (wobei man auch die ziemlich kleinen Zahlen in Betracht ziehen muss), aber auch nicht besonders auffällige Verschiedenheiten. Die Summe giebt uns einen Ueberblick über die durchschnittliche Empfindlichkeit musikalischer Personen.

Luft meinte aus seinen Versuchen schliessen zu können, dass das Urtheil vielleicht etwas sicherer sei, wenn der zweite Ton höher sei. Ich habe das nicht bestätigt gefunden. Die meisten Versuchspersonen erklärten, sich in beiden Fällen gleich zu verhalten, einige dagegen, dass es ihnen leichter erscheine zu urtheilen, wenn der zweite Ton tiefer sei. Sehen wir uns nun die Tabelle darauf hin an.

In den Kollektivversuchen ist bei der grössten Verstimmung kein bemerkenswerther Unterschied ersichtlich, bei der kleineren Verstimmung ist Vertiefung ein wenig besser beurtheilt worden als Erhöhung, bei der kleinsten Verstimmung Erhöhung etwas besser als Vertiefung. Im Ganzen zeigt sich also kaum ein Vorzug der Verstimmung nach einer von beiden Seiten.

In Stumpf's Urtheilen ist bei 600 die Sicherheit nach beiden Seiten hin gleich; bei 100, 200 und 1200 hat Vertiefung einen geringen Vorzug, bei 400 ist Erhöhung besser beurtheilt worden. Man wird unter diesen Umständen wohl annehmen müssen, dass es für die Sicherheit des Urtheils im Allgemeinen gleichgültig ist, ob der zu beurtheilende Ton höher oder tiefer als der Normalton ist.

Diese Annahme berechtigt uns dazu, die Urtheile über

gleichviel (oder nahezu gleichviel) nach der Höhe und nach der Tiefe zu verstimmte Töne zusammenzurechnen. Man erhält so aus den Kollektivversuchen und den Versuchen STUMPF's mit dem Tone 600 folgende Prozentzahlen:

Verstimmung	Kollektivversuche			STUMPF	
600 ±	r.	f.	z.	r.	f.
0,37	60	21	19	84	16
0,63	71	18	11	90	10
1,10	85	6	9	—	—

Dass die Urtheile STUMPF's eine so erheblich grössere Sicherheit aufweisen, ist sowohl eine Folge der grösseren Uebung als auch des Umstandes, dass die Töne zweier Tonquellen in Folge der Reflexionen an den Wänden öfters für den Beobachter ein verschiedenes Stärkeverhältniss haben, auch wenn sie für den Experimentator gleich sind, was bei STUMPF's Urtheilen nur in geringem Maasse störend wirkte, da hier die Differenz durch den Experimentator oder durch Platzwechsel des Beobachters leichter ausgeglichen werden konnte, während bei mehreren Beobachtern die Schwierigkeit entsteht, dass der eine den einen, der andere den anderen Ton verstärkt wünscht. So erklärt sich die grössere Fehlerzahl bei den Kollektivversuchen und theilweise vielleicht auch die Abgabe von zweifelhaften Urtheilen.

Aus der Tabelle von Prof. STUMPF's Urtheilen erhält man für die beiden (als mittlere Werthe angegebenen) Verstimmungen folgende Prozentzahlen r i c h t i g e r Fälle:

Verstimmung	100	200	400	600	1200
0,35	71	83	80	84	67
0,65	74	91	92	90	70

Man sieht daraus, dass eine Tonhöhenverschiedenheit von ungefähr gleichen Schwingungszahldfferenzen bei den Tönen 200, 400 und 600 mit gleicher, bei 100 und 1200 mit geringerer, aber ebenfalls

ziemlich gleicher Sicherheit erkannt wird. Die Differenzen in diesen Fällen sind so klein, dass sie als zufällig betrachtet werden können. Dass die Sicherheit des Urtheils bei noch höheren und noch tieferen Tönen weiterhin abnimmt, erscheint selbstverständlich.

Ein Uebungseinfluss machte sich in der Weise geltend, dass die falschen Fälle gegen das Ende der mit einem einzelnen Tone angestellten Versuche stets stark abnahmen, sodass in mittlerer Lage zuletzt fast völlige Sicherheit eintrat.

Luft kam bei seinen Versuchen zu folgendem Ergebniss:

Schwingungszahl	64	128	256	512	1024	2048
Unterschiedsschwelle	0,15	0,16	0,23	0,25	0,22	0,36

Diese Tabelle stimmt mit der vorhergehenden insofern gut überein, als die Empfindlichkeit für gleiche Schwingungszahldifferenzen innerhalb des mittleren Tonbereichs ziemlich unabhängig von der Tonhöhe ist. Nur dass die Unterschiedsschwelle nach Luft bei 64 kleiner als in mittlerer Lage ist, lässt sich nicht mit unserem Ergebniss vereinigen und dürfte eine Folge der Mängel von Luft's Methode sein, die wir demnächst noch kritisch beleuchten werden.

II. Kann man einen Unterschied der Tonhöhe bemerken, ohne zu erkennen, welcher Ton der höhere ist?

Einige Beobachter machten die Aussage, sie pflegten zuerst die Verschiedenheit der beiden vorgelegten Töne zu bemerken und dann festzustellen, welcher Ton der höhere sei.

Nun ist es gewiss möglich, zwei Töne als verschieden zu beurtheilen, ohne darüber Auskunft geben zu können, worin die Verschiedenheit besteht. Der eine Ton kann etwas stärker sein, er kann eine andere Klangfarbe haben, ihm können irgendwelche Geräusche beigemischt sein, er kann eine andere Höhe haben und dergl. mehr. In solchen Fällen kann wohl Jemand die Verschiedenheit bemerken, ohne über ihre besondere Art vor einer genauen Analyse Rechenschaft ablegen zu können. Auch dies ist nicht ganz undenkbar, dass Jemand bereits bemerkt hat, dieser Ton ist höher als jener, dass er aber noch vor der Urtheilsabgabe die Richtung bereits wieder vergessen hat und sich nur noch bewusst ist, eine Tonhöhenverschiedenheit überhaupt

bemerkt zu haben. Anders aber ist es, wenn jemand eine Tonhöhenverschiedenheit im Allgemeinen erkannt haben will, bevor er bemerkt hat, welcher der beiden Töne höher ist. Dass eine erkannte Verschiedenheit in der That eine Tonhöhen- und keine andere Verschiedenheit sei, dafür giebt es meines Erachtens kein anderes Kriterium, als dass man eben erkannt hat, dieser Ton ist höher als jener. Habe ich letzteres nicht erkannt, so weiss ich nicht, mit welchem Rechte ich behaupten kann, die von mir erkannte Verschiedenheit derTöne sei eineHöhenverschiedenheit, es sei denn, dass Jemand bestimmte Arten einer bisher unbekannten „Verschiedenheitsempfindung" annehmen wollte, durch die wir zu einem derartigen Urtheile gelangten. Analoge Fälle aus anderen Sinnesgebieten werden dies noch klarer machen. Wenn ich zwei graue Scheiben am Farbenkreisel als verschieden erkannt habe, so kann ich nur dann mit Recht diese Verschiedenheit als eine solche der Helligkeit bezeichnen, wenn ich die eine als heller, die andere als dunkler erkannt habe. Anderenfalls kann ich nicht wissen, ob mein Verschiedenheitsurtheil nicht durch etwas Anderes als die Helligkeit, z. B. durch eine farbige Tönung der einen Scheibe hervorgerufen ist. Oder wenn ich zwei Flüssigkeiten beim Trinken für verschieden warm erkläre, so muss ich die eine als wärmer, die andere als kälter erkannt haben; anderenfalls kann ich nicht behaupten, dass mein Urtheil in der That durch die Verschiedenheit der Temperatur hervorgerufen ist.

Nun sind Verschiedenheiten von Nebenumständen niemals vollkommen auszuschliessen. Die Stärke des Anschlags ist selbst bei mechanischem Anschlag nie mit absoluter Genauigkeit dieselbe. Das Anschlaggeräusch kann etwas variirt haben und dergleichen. Solches mag bei den Beobachtern ein Urtheil auf Verschiedenheit hevorgerufen haben, die dann fälschlich als eine Tonhöhenverschiedenheit aufgefasst worden ist. Anders vermag ich mir die erwähnten Aussagen nicht zu erklären.

Auf analoge Weise kann man derartige Aussagen bei Versuchen über Reinheit musikalischer Intervalle deuten. Auch hierbei behaupteten einige Beobachter früher die Unreinheit des Intervalls bemerkt zu haben, als die Richtung der Verstimmung, d. h. ob das Intervall zu gross oder zu klein war. Bei den Intervallen könnten solche Urtheile vielleicht auf folgende Weise

zu Stande kommen. Es wäre möglich, dass mit dem Hören eines reinen Intervalls ein Lust-, mit dem eines unreinen ein Unlustgefühl verknüpft wäre, und dass auf diese Weise ein indirektes Urtheil über Reinheit oder Verstimmung zu Stande käme. In der Regel dürfte freilich bei Intervallen das Urtheil auf Verstimmung erst dadurch entstehen, dass das Intervall als zu gross oder als zu klein erkannt wird. Hierfür spricht, dass nach den Aussagen der meisten Beobachter das Intervallurtheil so geschieht, dass der Beobachter sich den zweiten Ton zunächst vorstellt und dann beurtheilt, ob der wirklich gehörte höher oder tiefer als der vorgestellte ist. Um diese Vorstellung zu Stande kommen zu lassen, muss man stets zwischen den beiden vorgelegten Intervalltönen etwa eine Sekunde Pause machen. Thut man dies nicht, so wird das Urtheil erschwert. Doch mag — namentlich beim Zusammenklange der Intervalltöne — das Urtheil häufig auch durch ein Unlustgefühl mitbestimmt werden. Ein Unlustgefühl kann aber auch durch unvermeidliche störende Nebenumstände hervorgerufen werden, ohne dass sich der Beobachter ihrer deutlich bewusst zu sein braucht. Er wird dann für die gefühlte Unlust eine — eventuell gar nicht vorhandene — Verstimmung des Intervalls verantwortlich zu machen geneigt sein, bevor er noch hat entscheiden können, ob es zu gross oder zu klein sei.

III. Die Methode der Minimaländerungen.

Ehe ich die vorstehend beschriebenen Versuche über die Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhen sowie andere über die Empfindlichkeit für Verstimmungen der musikalischen Intervalle nach der Methode der richtigen und falschen Fälle anstellte, versuchte ich es mit der von Wundt vielfach empfohlenen und von Luft [1] und Schischmanow [2] zu gleichen bezw. ähnlichen Zwecken in Anwendung gebrachten Methode der Minimaländerungen (der eben merklichen Unterschiede). Ich musste diese Methode jedoch aufgeben, da sie — bei ihrer Anwendung auf Tonqualitäten wenigstens — gar zu viele Fehlerquellen enthält

---

[1] Wundt's Philosophische Studien, Bd. 4, S. 511 ff.
[2] Wundt's Studien, Bd. 5, S. 558 ff.

und an Brauchbarkeit, wie ich mich überzeugte, von der Methode der richtigen und falschen Fälle entschieden übertroffen wird.

Von vorn herein scheint der Vorzug der Methode der Minimaländerungen darin zu bestehen, dass man mit geringerer Mühe, weil mit einer kleineren Zahl von Einzelbeobachtungen zum Ziele gelangt, als bei der Methode der richtigen und falschen Fälle. Dieser Vorzug der Methode der Minimaländerungen besteht jedoch in Wirklichkeit nicht. Man kann sich, wenn man nicht auf Eleganz, sondern nur auf Brauchbarkeit der Tabellen sieht, bei der Anwendung richtiger und falscher Fälle mit einer ziemlich kleinen Zahl von Einzelbeobachtungen begnügen, die durchaus nicht grösser ist, als die für die Methode der Minimaländerungen erforderliche, falls man diese so in Anwendung bringt, dass sie überhaupt den Namen einer wissenschaftlichen Methode verdient.[1]

Wenn wir das Verhalten der Unterschiedsempfindlichkeit in verschiedenen Tonlagen feststellen wollen, so müssen wir die Wahrscheinlichkeit haben, dass die vermittelst der angewandten Methode für verschiedene Tonlagen gewonnenen Zahlen möglichst rein die Wirkung derjenigen Empfindungsunterschiede darstellen, deren Beurtheilung wir uns als Zweck gesetzt haben, in unserem Falle also die Wirkung der Tonhöhenunterschiede, und dass andere Momente, die das Urtheil beeinflussen könnten, entweder überhaupt nicht vorhanden sind oder doch in den verschiedenen Tonlagen in gleicher Weise zur Wirkung kommen, so dass die Vergleichbarkeit der Zahlen nicht beeinträchtigt wird. Diese Bedingung nun scheint mir bei der Methode der Minimaländerungen keineswegs erfüllt zu sein.

Bei Luft's Versuchen wurde vom Nullpunkte ausgegangen. Vor der Versuchsreihe wurde dem Beobachter gesagt, ob die Vergleichsgabel tiefer oder höher gestimmt werde. Der Beobachter hatte dann anzugeben, wann er eine Verschiedenheit der Töne bemerkte. Wie wir nun im vorigen Abschnitte sahen, behaupten manche Beobachter früher zu bemerken, ob die Töne verschieden sind, als, welcher höher und welcher tiefer ist; und dies bei der Fragestellung: „welcher Ton höher?“. Wir

---

[1] Zu derselben Ansicht gelangt auch V. Henri in seinem soeben erschienenen Buch: Ueber die Raumwahrnehmung des Tastsinnes, Berlin, 1898, S. 9—12.

überzeugten uns, dass dieses Urtheil auf „verschieden“, bevor der Höhenunterschied wirklich erkannt ist, durch kleine Verschiedenheiten von anderer Art als Höhenunterschiede hervorgetrieben sein müsse, welche Verschiedenheiten dann fälschlich als solche der Tonhöhe aufgefasst werden. Wenn aber von vornherein gesagt wird, dass der Vergleichston höher bezw. tiefer werde, und der Beobachter unter diesen Umständen nur angewiesen wird auszusagen, wann er eine Verschiedenheit der Töne bemerkt habe, so ist jener fälschlichen Beurtheilung andersartiger Verschiedenheiten als Tonhöhenunterschiede Thür und Thor geöffnet. Es ist also wahrscheinlich, dass dann beim Ausgehen vom Gleichheitspunkte das Urtheil auf „verschieden“ in vielen Fällen bereits bei einer so geringen Verstimmung abgegeben wird, dass der Höhenunterschied als solcher hierbei noch nicht deutlich bemerkt wird.

Nun ist man vielleicht zu der Annahme geneigt, dass diese Beeinflussung des Urtheils durch andere als Tonhöhen-Unterschiede in verschiedenen Tonlagen sich in gleicher Weise geltend machen wird, falls man in jeder Lage eine grosse Zahl von Versuchsreihen macht. Aber diese Annahme hat doch ihre grossen Bedenken, da bei verschieden hohen Gabeln die das Urtheil beeinflussenden Nebenumstände sehr verschieden zahlreich und wirksam sein können. Z. B. pflegen bei tieferen Gabeln beim Anschlage leichter hohe unharmonische Longitudinaltöne zu entstehen als bei höheren Gabeln. Wenn man aber wirklich glaubt, diese Beeinflussung des Urtheils durch unbeabsichtigte Nebenumstände für alle Tonlagen dadurch gleichmässig gestalten zu können, dass man eine sehr grosse Zahl von Versuchsreihen in jeder Höhenlage macht, so wird die Methode der Minimaländerungen so ungeheuer mühsam, dass ihr jeder, der nicht nur am Schreibtisch mit ihr arbeitet, jede andere Methode vorziehen wird; es sei denn, dass man sich die Sache so leicht macht wie Luft, der nach seiner Angabe jede Reihe aus nur 4 bis 8 Einzelversuchen bestehen liess, worüber ich im Folgenden noch einige Bemerkungen zu machen habe.

Wenn von der Gleichheit zur Verschiedenheit übergegangen wird, so kann durch die erwähnten Nebenumstände das Urtheil auf „verschieden“ zu früh hervorgerufen werden. Aus denselben Gründen kann beim Uebergange von objektiver Verschiedenheit zur Gleichheit das Urtheil auf „gleich“ zu spät eintreten. Dass

Letzteres wirklich oft geschieht, dafür liegen nun klare Beweise vor. Wie Luft berichtet, wurde beim Uebergange von objektiver Verschiedenheit zur Gleichheit zuweilen noch Verschiedenheit konstatirt, wenn der Gleichheitspunkt bereits überschritten war; der Ton der Vergleichsgabel wurde also beispielsweise noch für zu hoch erklärt, während er schon zu tief war. Wir haben hier den merkwürdigen Fall, dass das Urtheil von Verschiedenheit zu Gleichheit übergeht, während in Wirklichkeit eine Vergrösserung der Verschiedenheit stattfindet. Da ist gar kein Zweifel, dass irgendwelche an sich nicht auffälligen andersartigen als Höhen-Unterschiede der Töne noch das Urtheil „verschieden" hervortrieben, obwohl der objektive Gleichheitspunkt bereits erreicht, ja schon überschritten war. Luft freilich will diese merkwürdigen Urtheile anders erklären: „Unser Bewusstsein scheint eben geneigt, aufeinander folgende qualitativ unmerklich verschiedene Eindrücke einander zu assimiliren und also mit einer gewissen Trägheit an den einmal empfangenen Empfindungen fest zu halten." Diese Erklärung scheint mir insofern ihr Ziel zu verfehlen, als ja die Töne der Vergleichsgabel gar nicht unmittelbar aufeinander folgten, sondern mit den stets gleich bleibenden Tönen der Normalgabel abwechselten. Man sollte also annehmen, dass die Töne der veränderlichen Gabel, sobald sie von dem der Normalgabel qualitativ unmerklich verschieden geworden waren, dem gleich bleibenden Tone sich assimilirten, wodurch dann gerade bewirkt werden musste, dass das Urtheil auf „gleich" stets vor dem objektiven Gleichheitspunkte eintrat. Sollte es aber wirklich so sein, dass die Töne der Normalgabel ohne diese Wirkung blieben und nur die Töne der veränderlichen Gabel sich assimilirten, so wäre damit die Unbrauchbarkeit einer Methode bewiesen, bei der das Festhalten an einmal empfangenen Empfindungen dadurch künstlich genährt wird, dass die einander folgenden Eindrücke (der Vergleichsgabel) stets qualitativ unmerklich verschieden sind.

Bei Luft's Versuchen über die Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhen wurde nach 4 bis 8 Einzelversuchen stets die Schwelle erreicht. Man kann nun leicht einsehen, dass Luft unter diesen Umständen zu seinen Ergebnissen auch dann gelangt wäre, wenn der Beobachter gar nicht auf die Höhenunterschiede geachtet, sondern einfach bei jedem sechsten oder durchschnittlich beim sech-

sten Male behauptet hätte, einen Unterschied konstatiren zu können. Es besteht, was leicht verständlich ist, eine gewisse Versuchung, nach einer solchen Zahl von Fällen, nach denen — wie die Versuchsperson bei LUFT sehr wohl weiss — ungefähr der Schwellenwerth erreicht sein muss, ein darauf bezügliches Urtheil abzugeben. Dass man aber dieser Versuchung erliegt, dazu können jene kleinen Verschiedenheiten der Nebenumstände beitragen, die als solche der Höhe aufgefasst werden. Wenn also die Versuchsperson in der Regel ungefähr beim sechsten Male eine Verschiedenheit konstatirte und Versuchsreihen mit grösseren und solche mit kleineren Stufen ungefähr gleich oft vorkamen, so hätte LUFT ziemlich dieselben Schwellenwerthe erhalten müssen, die er thatsächlich erhalten hat.

Sehen wir uns nun die einzige von LUFT angegebene Tabelle der Rohversuche an, so finden wir in der That so sehr schwankende Zahlenwerthe, dass es gar keine Schwierigkeit hat, die Ergebnisse auf die Weise zu erklären, dass die Versuchsperson ziemlich regelmässig beim sechsten Versuche das erwartete Urtheil abgegeben hat. Dass ich die Versuchsperson hiermit nicht einer absichtlichen Täuschung beschuldige, brauche ich wohl nicht erst hervorzuheben. Ich will auch durchaus nicht so weit gehen, zu behaupten, dass LUFT's Versuche absolut werthlos seien. Selten ist eine Methode so schlecht, dass die Wirklichkeit sich in den vermittelst dieser Methode gewonnenen Ergebnissen nicht irgendwie ausprägte. Aber empfehlenswerth erscheint ein Verfahren doch gewiss nicht, das den Beobachter dazu verführen kann, sich für den fünften oder sechsten Fall einen merklichen Unterschied zu suggeriren. Wie leicht Letzteres möglich ist, zeigen die Aussagen der Versuchspersonen, dass man jeden Ton willkürlich etwas höher oder tiefer hören, die Tonempfindung gewissermaassen in die Höhe oder in die Tiefe treiben könne.

Die Grösse der Schwankungen der ermittelten Differenzen spricht auch nicht zu Gunsten der Methode der Minimaländerungen. Für einen Schwellenwerth von 0,20 beträgt bei LUFT die mittlere Variation 0,06, beinahe ein Drittel des Schwellenwerthes. LUFT meint, dies habe nicht viel zu sagen, „wenn man bedenkt, dass die einzelnen Grössen nur Bruchtheile einer Schwingung bedeuten, dass sie also selbst einen sehr kleinen Werth ausmachen im Verhältniss zu der Schwingungszahl des Tones, für den sie gefunden sind.“ Leider hat er es versäumt,

Letzteres wirklich oft geschieht, dafür liegen
weise vor. Wie Luft berichtet, wurde beim
objektiver Verschiedenheit zur Gleichheit zuwe
schiedenheit konstatirt, wenn der Gleichheitspun
schritten war; der Ton der Vergleichsgabel wurde
weise noch für zu hoch erklärt, während er scho
Wir haben hier den merkwürdigen Fall, dass d
Verschiedenheit zu Gleichheit übergeht, während i
eine Vergrösserung der Verschiedenheit stattfinde
kein Zweifel, dass irgendwelche an sich nicht auffä
artigen als Höhen-Unterschiede der Töne noch das
schieden" hervortrieben, obwohl der objektive Glei
bereits erreicht, ja schon überschritten war. Luft
diese merkwürdigen Urtheile anders erklären: „Un
sein scheint eben geneigt, aufeinander folgende q
merklich verschiedene Eindrücke einander zu assi
also mit einer gewissen Trägheit an den einmal e
Empfindungen fest zu halten." Diese Erklärung sch
sofern ihr Ziel zu verfehlen, als ja die Töne der
gabel gar nicht unmittelbar aufeinander folgten, sonde
stets gleich bleibenden Tönen der Normalgabel ab
Man sollte also annehmen, dass die Töne der verä
Gabel, sobald sie von dem der Normalgabel qualitativ
lich verschieden geworden waren, dem gleich bleiben
sich assimilirten, wodurch dann gerade bewirkt werde
dass das Urtheil auf „gleich" stets vor dem objektive
heitspunkte eintrat. Sollte es aber wirklich so sein,
Töne der Normalgabel ohne diese Wirkung blieben und
Töne der veränderlichen Gabel sich assimilirten, so wä
die Unbrauchbarkeit einer Methode bewiesen, bei der d
halten an einmal empfangenen Empfindungen dadurch k
genährt wird, dass die einander folgenden Eindrücke (d
gleichsgabel) stets qualitativ unmerklich verschieden sind

Bei Luft's Versuchen über die Unterschiedsempfi
für Tonhöhen wurde nach 4 bis 8 Einzelversuch
Schwelle erreicht. Man kann nun leicht einsehe
unter diesen Umständen zu seinen Ergebnissen
langt wäre, wenn der Beobachter gar
Höhenunterschiede geachtet, sond
jedem sechsten oder durchschni

sten Male behauptet hätte, einen Unterschied kon-
statiren zu können. Es besteht, was leicht verständlich ist,
eine gewisse Versuchung, nach einer solchen Zahl von Fällen,
nach denen — wie die Versuchsperson bei Lorenz sehr wohl weiss
— ungefähr der Schwellenwerth erreicht sein muss, ein daran
bezügliches Urtheil abzugeben. Dass man aber dieser Ver-
suchung erliegt, dazu können jene kleinen Verschiedenheiten der
Nebenumstände beitragen, die als solche der Höhe [illegible]
werden. Wenn also die Versuchsperson in der Regel ungefähr
beim sechsten Male eine Verschiedenheit konstatirt und Ver-
suchsreihen mit grösseren und solche mit kleineren Stufen un-
gefähr gleich oft vorkamen, so hätte Lorenz ziemlich [illegible]
Schwellenwerthe erhalten müssen, die er thatsächlich [illegible]
Sehen wir uns nun die einzige von Lorenz angegebene Tabelle
der Rohversuche an, so finden wir in der That [illegible]
kende Zahlenwerthe, dass es gar keine Schwierigkeit [illegible]
Ergebnisse auf die Weise zu erklären, dass die Versuchsperson
ziemlich regelmässig beim sechsten Versuche das erste Ur-
theil abgegeben hat. Dass ich die Versuchsperson [illegible]
einer absichtlichen Täuschung beschuldige, brauche [illegible]
nicht erst hervorzuheben. Ich will auch [illegible]
gehen, zu behaupten, dass Lorenz' Versuche [illegible]
seien. Selten ist eine Methode so [illegible]
sich in den vermittelst dieser Methode ge[illegible]
nicht irgendwie ausprägte. Aber [illegible]
Verfahren doch gewiss nicht, das der [illegible]
kann, sich für den fünften oder [illegible]
Unterschied zu suggeriren. [illegible]
zeigen die Aussagen der Versuchs[illegible]
willkürlich etwas höher [illegible]
gewissermaassen in die Höhe [illegible]

Die Grösse [illegible]
[illegible]t auch [illegible]
[illegible]ungen. [illegible]
die mi[illegible]
[illegible]es. L[illegible]
[illegible]kt, [illegible]
[illegible]ngu[illegible]
[illegible] [illegible]enn
[illegible] [illegible]eiten
[illegible] [illegible]liche

diese seine Ansicht näher zu begründen. Ich muss gestehen, dass sie mir unverständlich ist.

Nach alledem möchte ich nun auch eigene Erfahrungen mit der Methode der Minimaländerungen mittheilen. Ich habe sie freilich nicht so angewandt, wie LUFT, der nach 4 bis 8 Stufen stets die Schwelle erreicht sein liess, was der Versuchsperson bekannt war. Bei meinen Versuchen hatte die Versuchsperson keine Ahnung von der Zahl der Stufen, die zum Gleichheitspunkte führten. Dies erschwert freilich die Beurtheilung bedeutend; und wenn LUFT sagt, dass es nach seinem Verfahren dem Beobachter „verhältnissmässig leicht werden musste, den Punkt des Grenzüberganges einigermaassen genau zu bestimmen", so hat er damit gewiss recht, dass es leicht ist, unter so wenigen Fällen einen auszuwählen; aber wie es mit der Genauigkeit steht, sieht man an den Versuchsreihen, in denen sich ein negativer Schwellenwerth herausstellte, und so scheint die Leichtigkeit doch zu theuer bezahlt zu werden. Ferner wurde bei meinen Versuchen nicht vom Nullpunkte ausgegangen, sondern von einer unzweifelhaft bemerkten Verstimmung. Diese wurde immer mehr verringert und ohne Anhalten wurde über den Nullpunkt hinweg nach der anderen Seite übergegangen. Sobald die Versuchsperson 3 bis 4 aufeinander folgende Urtheile auf Verstimmung nach der entgegengesetzten Seite aufgeschrieben hatte, sagte sie es, und die Versuchsreihe wurde abgebrochen. Um die sichere Beurtheilung einer jeden Verstimmungsstufe zu ermöglichen und die Wirkung von augenblicklichen Schwankungen der Aufmerksamkeit auszuschliessen, wurde jede Verstimmung dreimal angegeben, und wenn ein Beobachter es im Einzelfalle wünschte, noch öfter. Die Beobachter wurden angewiesen, nur dann ein Urtheil auf Verstimmung abzugeben, wenn sie eine solche deutlich bemerkt hatten. Die Töne wurden durch schwach angeblasene und daher keine übermässig scharfe Klangfarbe erzeugende Zungen hervorgebracht. Die benutzten Zungen differirten ungefähr um je $^1/_{10}$ Schwingung. In den kürzeren Reihen wurden die Stufen durch Auslassen von Zungen zum Theil grösser als $^1/_{10}$ genommen. Vor diesen Versuchen wurde eine für die folgende Tabelle nicht mitbenutzte Reihe zur Vorübung gemacht.

Unterschiedsempfindlichkeit für 600 Schwingungen.

	Noch für zu tief gehalten	Schon für zu hoch gehalten	Noch für zu hoch gehalten	Schon für zu tief gehalten
Hr.	599,80	600,25	600,25	599,80
	599,60	599,90	600,30	600,20
	600,38	601,01	600,27	600,02
	599,50	600,27	600,39	600,02
Hff.	599,60	600,25	600,50	600,02
	599,60	599,80	600,70	600,40
	600,14	600,88	600,02	599,50
	600,02	600,27	600,50	600,27

Bei diesen Versuchen wurde die Schwelle einmal in 15, ein andermal in 5, ein andermal in noch anderer Zahl Stufen erreicht, worüber der Beobachter vorher ganz im Ungewissen war. Man sollte nun meinen, dass unter diesen Umständen, wenn die Zahl der Einzelversuche, nach denen die Schwelle erreicht wird, den Beobachtern gänzlich unbekannt ist, wenn die Beobachter ferner angewiesen sind, nur dann ein Urtheil auf Verschiedenheit abzugeben, wenn sie eine Verschiedenheit der Tonhöhe deutlich erkannt haben, wenn ihnen endlich, um übereilte Urtheile auszuschliessen, jeder Einzelversuch so oft wiederholt wird, als sie es wünschen, dass es dann unmöglich sein müsse, beim Uebergang von tieferen zu höheren Tönen 600,38 noch als zu tief oder 599,80 schon als zu hoch, beim Uebergange von höheren zu tieferen Tönen 600,40 schon als zu tief deutlich zu erkennen. Und doch geschah dies scheinbar Unmögliche. Aus derartigen Werthen nun das Mittel zu berechnen und dieses als Schwellenwerth zu definiren, kann wohl kaum als ein berechtigtes wissenschaftliches Verfahren gelten.

Man könnte vielleicht für die Seltsamkeit der Ergebnisse den Umstand verantwortlich machen, dass Zungen, selbst wenn sie sehr schwach angeblasen werden, doch starke Ungleichheiten in der Klangfarbe zeigen. Es gehört ganz ausserordentliche

Uebung dazu, sich nicht verleiten zu lassen, Töne von gleicher Höhe für höher zu erklären, wenn die Klangfarbe scharf, für tiefer, wenn sie milde ist. Die beiden Beobachter besassen hierin keine Uebung und waren — bei durchaus normalem Gehör — nicht besonders musikalisch. Es ist möglich, dass die Methode der Minimaländerungen sich bei Versuchspersonen besser bewährt, die durch langjährige Uebung gelernt haben sich dem Einflusse störender Nebenumstände zu entziehen. Aber derartige Versuchspersonen stehen nur ganz ausnahmsweise zu Gebote. Bei Luft, der nicht mit Zungen, sondern mit Gabeln gearbeitet hat, fallen allerdings die Klangfarbenunterschiede in der Hauptsache fort; aber kleine Intensitätsunterschiede sind bei ihm zweifellos nicht ausgeschlossen gewesen und haben eine ähnliche Wirkung. So begreifen sich Luft's oben erwähnte Ergebnisse ebenso wie die zuletzt beschriebenen.

Versuche, die ich nach der Methode der Minimaländerungen auf genau dieselbe Weise ohne Ausgang vom Nullpunkte zur Bestimmung der Empfindlichkeit für Abweichungen des Intervalls der Grossen Terz vom Verhältniss 4 : 5 machte, hatten folgendes Ergebniss:

Urtheile über das Intervall 480:600, aufsteigend, mit veränderlichem höheren Tone.

	Intervall noch zu klein	Intervall schon zu gross	Intervall noch zu gross	Intervall schon zu klein
Hr.	599,7	600,9	600,9	600,2
	600,3	601,4	601,2	600,6
	600,2	601,8	601,0	600,4
Hff.	598,8	599,3	600,7	599,9
	599,0	599,7	600,6	599,8
	599,9	601,4	600,8	599,9
Hg.	598,4	599,3	600,6	599,6
	599,7	600,6	600,6	600,2
	599,8	600,8	600,8	600,5

Die erste Versuchsreihe gestaltete sich folgendermaassen. Eine der Versuchspersonen fragte vor dem Versuche, wie lange es dauern und wieviel Versuche die Reihe ungefähr enthalten werde. Zur Beruhigung sagte ich, dass die Reihe nicht 200 oder 300 Einzelversuche umfassen werde; doch könnten es immerhin 30 werden. Zwei der Versuchspersonen hörten darauf beim 17. Einzelversuch das Intervall 480 : 599,3 bereits deutlich als zu gross, was um so auffälliger ist, als im Allgemeinen zu kleine Intervalle leicht als zu klein erkannt werden. Ich halte es für ziemlich wahrscheinlich, dass sich hier die Ueberschreitung der Hälfte von 30, wenn auch unbewusst, geltend gemacht hat. Die Beobachter bestritten natürlich durchaus, sich irgendwie nach der vorher erwähnten Zahl 30 gerichtet zu haben. Auch der dritte an den Versuchen theilnehmende Beobachter (Hr.) scheint nicht ganz unbeeinflusst geblieben zu sein, da er bei keiner anderen Reihe zu einem gleich tief liegenden Reinheitsgebiete gelangte. Nun werden sich nicht immer so starke Einflüsse geltend machen. Man hat aber nicht die geringste Sicherheit, dass sich nicht ähnliche, wenn auch geringer wirkende Zufälligkeiten einstellen, die man nicht nachzuweisen im Stande ist.

Im Ganzen deuten die Ergebnisse darauf hin, dass ein zu kleines Terzenintervall leichter als verstimmt erkannt wird, als ein um ebensoviel zu grosses. Dies habe ich nun bei Anwendung der Methode der richtigen und falschen Fälle bestätigt gefunden, hätte es aber aus dem Ergebniss der Methode der Minimaländerungen nicht mit Bestimmtheit zu erschliessen gewagt. Denn die Schwankungen der Grenzwerthe sind ganz ausserordentlich gross und weisen deutlich genug darauf hin, dass hier, wie wohl stets, wenn die Methode der Minimaländerungen auf Tonqualitäten angewandt wird, das Ergebniss eine Folge ist nicht nur der zu beurtheilenden Empfindungsunterschiede, sondern noch zahlreicher anderer Momente, deren Einfluss mit Sicherheit oder auch nur Wahrscheinlichkeit festzustellen ein Ding der Unmöglichkeit ist.

Maaſsbestimmungen über die Reinheit consonanter Intervalle.

Von

C. STUMPF und M. MEYER.

Einleitung.

(C. STUMPF.)

In den Schriften der Musiktheoretiker finden sich seit alter Zeit im Zusammenhang mit der Consonanzlehre, später auch aus Anlaſs der Temperatur-Streitigkeiten, zerstreute Bemerkungen über Intonationsfragen und über die Empfindlichkeit unseres Gehörs für Verstimmungen. In den Kreisen der heutigen praktischen Musiker kann man allenthalben sehr bestimmte Behauptungen über die richtige Intonation der groſsen Terz, der Septime u. s. f. hören. Messende Untersuchungsreihen aber, durch die allein hier etwas bewiesen werden kann, sind erst 1827 von DELEZENNE, dann nach langer Pause von CORNU und MERCADIER, von PREYER und von SCHISCHMÁNOW veröffentlicht worden.

DELEZENNE[1] benützte als Apparat das Monochord, als Versuchspersonen sowohl musikalisch Geübte als Ungeübte, betrachtete aber die ersteren natürlich als maaſsgebender und führt die Ergebnisse bei Ungeübten nur zur Vergleichung an. Er prüfte die Empfindlichkeit für das Unisono und für die consonanten Intervalle in der Gegend der kleinen und der eingestrichenen Octave. Er verschob den Steg der Saite (wodurch

[1] Mémoire sur les valeurs numériques des notes de la gamme. *Recueil des travaux de la Société des Sciences de Lille*, 1826—27, S. 1f.

also beide Töne zugleich alterirt wurden) solange, bis die Verstimmung bemerkt wurde; theilweise lieſs er seine Personen auch selbst durch Verschiebung den bezüglichen Punkt finden. Er benützte sowohl gleichzeitige als aufeinanderfolgende Töne.

Cornu und Mercadier[1] lieſsen groſse Terzen und Quinten durch tüchtige Musiker auf verschiedenen Instrumenten so genau als möglich angeben, sowohl mit gleichzeitigen als mit aufeinanderfolgenden Tönen, und stellten die Intonation auf mehrfachem Wege physikalisch fest.

Preyer[2] operirte gleichfalls mit vorzüglichen Musikern. Als Tonquelle dienten ihm die Metallzungen eines Appunn'schen „Tonmessers", auf welchem einunddasselbe Intervall in sehr verschiedener Abstimmung vertreten ist. Seine Beobachtungen erstreckten sich auf die meisten Intervalle der kleinen Octave. Der tiefere Ton wurde stets zuerst angegeben. Es sind aber nur wenig Beobachtungen über jedes Intervall gemacht worden; und nur solche mit aufeinanderfolgenden Tönen.

Schischmanow[3] machte in Wundt's Laboratorium längere Versuchsreihen über die Hauptintervalle mit Stimmgabeln der eingestrichenen Octave, also nahezu einfachen Tönen. Es wurde theils die tiefere, theils die höhere zuerst angegeben, aber nur die tiefere war verstimmbar. Gleichzeitige Töne wurden nicht angewandt. Als Versuchspersonen benützte Schischmanow nicht blos einen Musikalischen (sich selbst), sondern auch einen musikalisch gänzlich Ungeübten (Krestow). Ein Fachmusiker, der zuerst auch betheiligt war, trat aus.[4]

---

[1] Sur les intervalles musicaux. *Comptes rendus de l'Academie des Sciences*, T. 68 (1869), S. 301 f., 424 f.

[2] Ueber die Grenzen der Tonwahrnehmung, 1876, S. 38 f.

[3] Untersuchungen über die Empfindlichkeit des Intervallsinnes. Wundt's *Philosoph. Studien* V (1889), S. 558 f. In der Abhandlung sind auch die Ergebnisse von Untersuchungen mitveröffentlicht, welche Külpe und Peisker vorher nach gleicher Methode angestellt hatten, ohne ganz damit fertig zu werden.

[4] Eine ähnliche Erfahrung haben auch wir an einer Anzahl jüngerer Fachmusiker machen müssen. Einer nach dem anderen blieb weg. Es ging wie im Evangelium mit den zum „groſsen Abendmahl" Geladenen: Der hatte einen Acker gekauft, Jener fünf Joch Ochsen und muſste sie besehen, der Dritte hatte ein Weib genommen. Zur Entschuldigung muſs man aber sagen, daſs diese Versuche sehr anstrengend und — gelinde zu sprechen — nicht sehr kurzweilig sind, während ein groſses Abendmahl

Nicht gerade Messungsreihen, aber einzelne Beobachtungen und Messungen hat auch Helmholtz angestellt; er erwähnt Versuche mit Professor Joachim über die Intonation der Terzen und Sexten, sowie Beobachtungen über den A-Capella-Gesang der „Solfeggisten“ und anderer Sänger.[1] Aufserdem sind Beobachtungen und Versuche ohne eigentliche Maafsbestimmungen in verschiedenen neueren Abhandlungen niedergelegt. So benützte M. Planck[2] als Controllapparat sein eigenes vorzüglich musikalisches und vorher an einem mathematisch abgestimmten Harmonium speciell darauf eingeübtes Gehör, und richtete seine Aufmerksamkeit auf die Intonation der grofsen Terzen beim A-Capella-Gesang eines hervorragend geschulten Chores. Ebenso machten Engelbert Röntgen[3] und H. v. Herzogenberg[4] auf gleicher Grundlage beachtenswerthe, allerdings nicht immer übereinstimmende, Angaben über die Mollterz und andere kritische Intervalle. Sehr bestimmte Behauptungen über die Intonation der Terzen auf Grund von Versuchen mit einem besonders construirten Harmonium findet man bei Joachim Steiner.[5]

Wir werden diese Angaben alle, soweit sie zur Vergleichung mit unseren Beobachtungen in Betracht kommen, im 5. Capitel besprechen.

Die theoretische Bedeutung der Frage, Discrepanzen der bisherigen Versuche, mancherlei Bedenken über ihre Anstellungsweise, endlich das Bedürfnifs, wesentlich verschiedene Umstände, unter denen das Intervallurtheil erfolgen kann, einzeln zu untersuchen, veranlafsten mich 1893 in München zu neuen Versuchen. Sie wurden in Folge meiner Uebersiedelung nach Berlin jahrelang unterbrochen, dann hier wieder aufgenommen, aber erst durch M. Meyer unter meiner Mitwirkung dem ursprünglichen Plane gemäfs allseitig durchgeführt.

---

doch immer einen gewissen Reiz hat. Um so anerkennenswerther ist es, dafs eine Anzahl gleichwohl bis zum Ende ausharrte.

[1] Lehre v. d. Tonempfindungen [4], S. 423, 525, 664—667.

[2] Die natürliche Stimmung in der modernen Vocalmusik. *Vierteljahrsschr. für Musikwissenschaft* Bd. IX (1893), S. 418f.

[3] Einiges über Theorie und Praxis in musikalischen Dingen. *Daselbst* X (1894), S. 365f.

[4] Ein Wort zur Frage der reinen Stimmung. *Daselbst* X, S. 133f.

[5] Grundzüge einer neuen Musiktheorie, 1891.

Dieser Plan ging dahin: verschiedene Hauptintervalle einmal in auf-, dann in absteigender Folge der Töne zu untersuchen, ferner nicht nur bei Aufeinanderfolge sondern auch bei Gleichzeitigkeit der Töne, endlich sowohl bei einfachen als bei stark obertonhaltigen Klängen. Alle diese Verschiedenheiten sind für die Theorie eben so wichtig wie die Unterschiede der benützten Intervalle selbst. Die beiden letzterwähnten hängen insbesondere ganz enge zusammen mit den allgemeinsten Fragen der Consonanzlehre.

In Hinsicht der Anstellungsweise der bisherigen Versuche ist es bei den älteren mehr das Technische im engeren Sinn, bei Preyer und Schischmanow aber besonders die Art und die Umstände der Fragestellung, die Einwürfen ausgesetzt scheint.

Man kann entweder die Frage nur darauf richten, ob ein Intervall rein oder unrein ist, oder zugleich auch darauf, ob es im Falle der Unreinheit zu grofs oder zu klein ist. Delezenne stellte die Frage in der letzteren Weise.[1] Preyer scheint sie nur in der ersten Form vorgelegt zu haben; aber in seinen Tabellen finden sich aufser den Urtheilen „rein, unrein" doch auch solche „zu hoch, übermäfsig" u. dgl.; welche nähere Bestimmung die Musiker offenbar unaufgefordert hinzufügten. Schischmanow endlich hat ausschliefslich die erste Fragestellung.

Man wird bei dieser Fragestellung im Allgemeinen schon für geringere Verstimmungen Unreinheits-Urtheile bekommen als bei der zweiten. Aber die Ergebnisse haben auch geringeren Werth; man kann nicht so viel, manchmal auch gar nichts daraus schliefsen. Allerdings findet man sehr häufig bei Unmusikalischen, nicht ganz selten auch bei Musikalischen, die Angabe, dafs sie ein Intervall für unrein halten, ohne zu wissen, ob es zu grofs oder zu klein sei. In diesem Fall hat man aber zunächst keine Garantie, dafs sie nicht durch irgend einen Nebenumstand, eine kleine Verschiedenheit der Klangfarbe, der Intensität, des Anschlags u. dgl., oder gar durch unwillkürliche Schlufsfolgerungen oder Vermuthungen aus ihrer Kenntnifs der Versuchsumstände zu dem Urtheil bestimmt wurden. Wenn in einer gröfseren Reihe dasselbe Urtheil mit grofser Regelmäfsigkeit bei

---

[1] Dies geht aus einigen Bemerkungen S. 5 und 9 seiner Abhandlung deutlich hervor.

dem gleichen mathematischen Tonverhältnifs wiederkehrt, während die Versuchsumstände, Tonquellen u. s. w. variiren, so kann man allerdings annehmen, dafs die Einflüsse der Nebenumstände sich compensirt haben und nur der constante Einflufs des bezüglichen Tonverhältnisses mafsgebend gewesen sei. Aber PREYER hat überhaupt keine längeren Versuchsreihen gemacht, und bei SCHISCHMANOW bleiben die Bedenken hinsichtlich der unwillkürlichen Schlufsfolgerungen und sonstigen Inconvenienzen der „Methode der Minimaländerungen", worauf bereits M. MEYER für ähnliche Fälle hinwies[1] und worauf wir im 5. Capitel näher eingehen werden.

Was die Versuchspersonen betrifft, so ist es wohl selbstverständlich, dafs in erster Linie Musikalische herangezogen werden. In einer Sache, wo die Uebung einen so entscheidenden Einflufs hat, wie bei feinsten Tonunterschieden, erscheint es doch nicht von vornherein rathsam, „minder Geübte", die im besten Falle erst im Laufe der Versuche zu Geübten werden, neben diesen unter den gleichen Versuchsbedingungen einzustellen. Allerdings ist bei Musikalischen mit der Uebung zugleich eine gewisse Richtung der Uebung und der sonstigen Gewöhnung gegeben. Es läfst sich z. B. denken, dafs für einige Intervalle, zumal die Quinte, die Uebung noch gröfser ist als für andere. Darum möchte ich die Verwendung Unmusikalischer nicht durchaus ablehnen. Aber was uns in dieser Sache vorzugsweise interessirt, ist doch eben das Verhalten des musikalischen Gehörs, einschliefslich seiner besonderen Neigungen und Gewöhnungen. Hierzu kommt, dafs nur musikalisch Veranlagte und Geübte im Stande sind, sich von dem gefährlichen Einflufs der augenblicklichen Nebenumstände hinreichend zu emanzipiren. Selbst ihnen fällt es oft schwer genug. Personen aber, deren Ohr nicht durch lange Jahre mit den Tonerscheinungen aufs Innigste vertraut geworden ist und die ihre Aufmerksamkeit nicht nach jeder beliebigen Seite dieser Erscheinungen zu lenken und da streng festzuhalten vermögen, sind bei so delicaten Versuchen den Nebeneinflüssen rettungslos preisgegeben. Wenn trotzdem SCHISCHMANOW's gänzlich ungeübter Mitarbeiter zwar im Vergleich mit SCHISCHMANOW weniger feine aber sonst

[1] Ueber die Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhen. Siehe oben S. 76f.

ziemlich übereinstimmende Ergebnisse lieferte, so würde ich (von den obenerwähnten und anderen noch zu erwähnenden Bedenken abgesehen) daraus eben schliefsen, dafs er doch ein gutes und sehr übungsfähiges Ohr besafs, das nur zufällig nicht gepflegt worden war. Solche Personen sind von den eigentlich Unmusikalischen, die z. B. oft nicht sagen können, ob *c* oder *e* der höhere Ton ist, und ob der simultane Dreiklang *c—e—g* ein oder mehrere Töne sind, immerhin noch wohl zu unterscheiden.

Wir dürfen uns übrigens nicht der Illusion hingeben, als ob Versuchsreihen, wenn sie noch so einwandfrei angestellt werden, über die „musikalisch richtige Intonation" uneingeschränkt Aufschlufs geben könnten. Eine schlechthin richtige musikalische Intonation giebt es nicht. Nur eine schlechthin unrichtige giebt es, die zu weit über einen gewissen Spielraum hinausgreift. Aber innerhalb dieses Spielraumes wird das nämliche Intervall je nach dem Zusammenhang, worin es vorkommt, von den besten Ohren verschieden beurtheilt und von den besten Künstlern verschieden intonirt. Auch über solche Verschiedenheiten je nach den Umständen kann man wohl gewisse allgemeine Gesichtspunkte aufstellen, aber darauf gehen wir hier nicht aus. Wir untersuchen die Intervalle losgelöst vom actuellen Zusammenhang. Freilich stehen sie auch in diesem isolirten Zustand unter der Nachwirkung der musikalischen Erfahrung, und eben diese Nachwirkungen sind uns von Interesse. Doch beschränken wir die Discussion der thatsächlichen Ergebnisse in dieser Hinsicht auf das Nächstliegende und zum Verständnifs der Zahlen Unentbehrliche.

Erstes Capitel.

Versuche mit der kleinen Terz.

(C. Stumpf.)

Als Tonquelle diente zunächst wie bei Preyer ein Appunn'scher Tonmesser, der aber nicht die kleine, sondern die in der Mitte des musikalischen Tonbereichs liegende eingestrichene Octave (256 bis 512 Schwingungen) umfafste und 64 Zungen mit je 4 Schwingungen Differenz enthielt. Unter den 64 Tönen befand

sich eine grofse Anzahl kleiner Terzen, die in Folge der verschiedenen durch obige Zahlen gegebenen Schwingungsverhältnisse, aber auch in Folge der zufälligen kleinen Verstimmungen in verschiedenem Grad und verschiedener Richtung von dem physikalisch reinen Verhältnifs 5 : 6 abwichen. Es wurde aber nur die Zone von 372 bis 480 Schwingungen, also 27 Zungen, etwa zwischen *ges*[1] und *b*[1], benützt, damit die einzelnen Intervalle sich durch die absolute Tonhöhe nur möglichst wenig unterschieden.

Es handelte sich nun zunächst um die objective Bestimmung der disponiblen Tonverhältnisse. Dabei wurde die Zunge 372 als Ausgangspunkt zu Grunde gelegt und das Verhältnifs der übrigen zu ihr durch sorgfältige Zählung der Schwebungen mit Hülfe einer Fünftelsecundenuhr von Seiten zweier Beobachter (Stumpf und Stud. Deetjen) bestimmt. Diese physikalischen Feststellungen fanden vor Beginn der Versuchsreihen, mehrmals während derselben und am Schlufs statt. Die Versuche währten vom 8. bis 13. Juli 1893, dann nach einer Wochenpause vom 21. bis 22. Die Temperatur schwankte in dieser Zeit nur wenig, so dafs die Stimmung des Instruments sehr constant blieb. Der gröfste Unterschied zwischen den Stimmungen einundderselben Zunge betrug 0,08 Schwingungen.

Die Differenz zweier benachbarten Zungen fand sich natürlich nirgends genau = 4 Schwingungen. Die Differenzen variirten zwischen 3,19 und 4,97. Die Summe aller 27 Differenzen betrug anfänglich 107,93, zuletzt 108,44, die durchschnittliche Veränderung einer Zunge also 0,019.

Es ist dies ein bei Zungen immerhin seltener Glücksfall; denn bei Versuchsreihen mit solchen Instrumenten sind oft gerade die durch die Temperatur veranlafsten Schwankungen sehr störend.

Nachdem so die thatsächliche Stimmung der einzelnen Zungen zwischen 372 und 480 feststand, berechnete ich für jede einzelne von 372 bis 400 die kleine Terz 5 : 6 nach oben, und suchte unter den factisch vorhandenen höheren Zungen drei bis vier heraus, die von diesem Werth nur wenig nach oben oder unten abwichen. Ebenso berechnete ich die kleine Terz nach unten für die Zungen von 480 bis 444 (immer unter Zugrundelegung ihrer thatsächlichen Stimmung), und suchte unter den tieferen Zungen wieder drei bis vier, die von den be-

rechneten Werthen nur wenig abwichen. Die Abweichungen wurden bis auf 3 Decimalen bestimmt, sind aber in den folgenden Tabellen auf eine Decimale abgerundet.

So erhielt ich eine grofse Anzahl kleiner Terzen, deren Abweichung von 5 : 6 genau bekannt war. Die kleinsten Verstimmungen betrugen + 0,470 und — 0,353. Die gröfste konnte natürlich beliebig gewählt werden, ich ging darin bis ungefähr 6 Schwingungen, nämlich + 5,722 und — 6,318. So waren 12 Verstimmungen nach der Plusseite, 13 nach der Minusseite zwischen den genannten Grenzen gegeben; freilich nicht genau gleichmäfsig unter einander abgestuft, sondern so wie sie sich nach der zufälligen thatsächlichen Stimmung der Zungen darboten.

Als Beobachter diente ich selbst und Stud. RUD. BIEDERMANN. Der letztere ist musikalisch ausgezeichnet begabt und geübt. Ich kann mir bei weniger hervorragender Musikbegabung doch wenigstens eine gute akustische Vorübung zuschreiben. Bemerkenswerth ist, dafs BIEDERMANN auf dem einen Ohr fast taub ist, und dafs meine beiden Ohren in Hinsicht der Tonhöhe eines gleichen objectiven Tons merkliche Unterschiede darbieten (vgl. m. Tonpsych. II, 320). Natürlich wandte ich immer Ein Ohr vorwiegend der Schallquelle zu. Es ist denkbar, dafs für BIEDERMANN die Nothwendigkeit, beständig nur einunddasselbe Ohr zu benützen, in Hinsicht der Feinheit der Unterscheidungen geradezu einen Vortheil darstellte; freilich ist auch die Gefahr der Ermüdung gröfser. Die Versuche selbst, das Angeben der Töne etc. besorgte mit grofser Geduld und Sorgfalt Stud. C. DEETJEN.

Die Urtheilenden hatten nicht zu sagen, ob sie überhaupt eine Unreinheit bemerkten, sondern bestimmter, ob ihnen das Intervall rein oder zu grofs oder zu klein erscheine. Wenn wir im Folgenden von der Zahl der „richtigen“ und der „falschen“ Urtheile sprechen, ist es zunächst nur eine abgekürzte Ausdrucksweise für das Verhalten des Urtheils unter bestimmten physikalischen Umständen: „Richtiges Urtheil“ bedeutet nur, dafs ein physikalisch zu kleines Intervall auch als zu klein beurtheilt wurde u. s. f.; also = objectiv richtiges. Es soll nichts darüber präjudicirt sein, welches physikalische Verhältnifs subjectiv als rein erscheint. Dies läfst sich vielmehr erst aus der Curve der Urtheile selbst erschliefsen. Es kamen auch gelegentlich

Fälle, wo man keine irgend deutliche Abweichung finden konnte oder auch das Intervall bestimmt als rein bezeichnete: diese beiden Urtheile sind unter einander als identisch behandelt (wenn sie auch psychologisch vielleicht nicht genau zusammenfallen) und bei der Abzählung der richtigen Urtheile als halbe Fälle gezählt. Es wäre zwecklos gewesen, sie zu sondern, denn ihre Zahl war äusserst gering, bei BIEDERMANN in sämmtlichen Reihen 6, bei STUMPF 17. Wir gaben die Urtheile, wo nur immer möglich, im Sinne des vorherrschenden Eindrucks ab. In dieser Hinsicht kann der Urtheilende verschiedene Maximen befolgen: er kann sich vornehmen, nur bei vollkommen deutlichem Eindruck das entsprechende Urtheil abzugeben (wobei natürlich immer noch Inconsequenzen im Ergebnifs möglich sind, so dafs z. B. genau das nämliche Schwingungsverhältnifs einmal bestimmt als zu klein, einmal als zu grofs oder gar ein noch kleineres als zu grofs bezeichnet wird), oder er kann sich im Zweifelsfall so lange das Intervall wiederholen lassen und sich so intensiv besinnen, bis wenigstens ein überwiegender Eindruck erzielt ist. Ich halte das Letztere im Ganzen für praktischer.

Die verschiedenen Stimmungen des Intervalls wurden ganz durcheinander angegeben, nicht stufenweise vom kleinsten zum gröfsten Betrag oder umgekehrt aufeinanderfolgend. Auch dies bedeutet natürlich (wie die ganze Methode der richtigen und falschen Fälle) eine Erschwerung gegenüber den früheren Versuchen; aber man ist dann auch am besten gegen die erwähnten Nebeneinflüsse, unwillkürlichen Schlüsse etc. gesichert. Eine weitere, in der besonderen Anlage dieser Versuche begründete, an sich nicht erforderliche Erschwerung lag in der Veränderlichkeit des Ausgangstons. Nicht blos der zweite Ton, dessen Stimmung zum ersten zu schätzen war, sondern auch dieser selbst wechselte im Allgemeinen.

Es wurden 13 Versuchsreihen gemacht. In den ersten wurde der tiefere Ton zuerst angegeben und zwar zunächst so, dafs immer drei Fälle mit gleichem Grundton auf einander folgten; dann (von der 3. Reihe an) wurde auch mit dem Ausgangston von Fall zu Fall gewechselt, aber er wurde jedes Mal zuerst lange angegeben, damit er sich dem Bewufstsein einprägte. In weiteren Reihen wurde vom höheren Ton ausgegangen. Ferner unterschieden sich die Reihen dadurch, dafs in einigen das Intervall bei jedem Versuch nur einmal vorgelegt, in anderen dagegen so oft

unmittelbar wiederholt wurde, als jeder Beobachter es wünschte, um die zufälligen Schwankungen der Aufmerksamkeit besser auszugleichen. Endlich wurde in zwei Reihen das Intervall immer so angegeben:



und analog vom höheren Ton ausgehend. Hierbei ist die Richtung nach oben und die nach unten verknüpft und ein Unterschied der Fälle nur durch den (länger festgehaltenen) Ausgangston und den Schluſston gegeben. Man faſst das Intervall dann doch im Sinne der zwei ersten Noten auf (aufsteigend oder absteigend); aber die Verknüpfung mit der entgegengesetzten Bewegung dürfte dem Urtheil noch gröſsere Sicherheit geben.

Eine Schwierigkeit liegt für den Beobachter bei Anwendung von Zungen in ihrer verschiedenen Klangfarbe. Einzelne sind heller, schärfer, andere dunkler, milder. Hiervon gilt es sich möglichst unabhängig zu machen, was gut Musikalischen leichter gelingt als Unmusikalischen, aber doch nicht so, daſs alle Täuschungen bei so kleinen Höhendifferenzen ausgeschlossen bleiben. Doch waren es nur 2—3 Zungen, die uns in dieser Hinsicht Schwierigkeiten bereiteten.

Gewiſs liegt in den Klangfarbenverschiedenheiten ein erheblicher Nachtheil der Zungeninstrumente gegenüber Stimmgabeln. Aber andererseits bieten jene den Vortheil bequemster Handhabung, so daſs leichter groſse Versuchszahlen gewonnen werden. Auch ist es wünschenswerth, das Verhalten des Urtheils gerade auch an zusammengesetzten Klängen zu studiren, da solche in der Musik vorwiegend gebraucht werden; und wenn wir dann das Verhalten an einfachen Klängen zur Vergleichung heranziehen, können sich Folgerungen ergeben, die durch Versuche an einer Classe von Klängen allein nicht zu gewinnen wären.

In den ersten Versuchsreihen zeigte sich noch eine fortschreitende Uebung. Doch ist das Verhalten des Urtheils im Uebrigen (z. B. wenn die Urtheile bei Vergröſserung und Verkleinerung des Intervalls verglichen werden) kein wesentlich anderes als später, so daſs es nicht nothwendig erscheint, diese Reihen als Vorversuche bei Seite zu lassen. In den späteren Reihen ist nur auf

der Minusseite, die von vornherein schlechter beurtheilt wurde, noch eine Uebung erkennbar. Der Unterschied zwischen der Plus- und Minusseite, den wir sogleich in den Tabellen bemerken werden, verschwindet bei Biedermann gegen den Schlufs hin ganz, indem die zwei letzten Reihen überhaupt nur je Einen Fehler unter den 13 vorgelegten Intervallen nach jeder Seite hin liefern.

Die Curve der richtigen Urtheile (wir reden der Kürze halber von einer Curve, wenn es sich auch nur um das Auf- und Absteigen weniger discreter Zahlenwerthe handelt) mufs nach der Einrichtung der Versuche im Allgemeinen so verlaufen, dafs sie bei genügendem Spielraum der Abweichungen für die äufsersten Abweichungen nach der Plus- und Minusseite nahezu 100 % richtige Urtheile aufweist, dazwischen aber sich senkt. Angenommen, dafs der subjective und der physikalische Reinheitspunkt zusammenfallen, so sind in dieser Gegend, also bei den kleinsten positiven und negativen Abweichungen, etwa 50 % richtige Urtheile zu erwarten. Liegt aber die subjective Reinheit merklich auf der einen Seite, z. B. auf der Minusseite, dann wird in der Gegend des physikalischen Reinheitspunktes, wenn wir von der Plusseite in der Tabelle ausgehen, ein plötzlicher starker Abfall der Curve zu Werthen unter 50 % eintreten, hierauf wird sie sich erheben, beim subjectiven Reinheitspunkte etwa 50 % aufweisen, dann weiter bis zu etwa 100 % steigen.

Nehmen wir den Fall, dafs der subjective Reinheitspunkt bei einer Abweichung von — 3 Schwingungen läge, und setzen wir eine aufserordentlich grofse subjective Zuverlässigkeit des Beobachters voraus, so würden beim allmählichen Uebergang von + 6 bis zu — 6 selbst bei der kleinsten positiven Verstimmung noch etwa 100 % richtige Urtheile stattfinden, bei der ersten negativen Verstimmung aber eine von 0 nur wenig verschiedene Anzahl, da ja das Intervall noch weit vom subjectiven Reinheitspunkte läge. Die Curve würde also hier sehr steil abfallen.

Bei weniger starker Discrepanz des subjectiven vom objectiven Reinheitspunkte wird sich wenigstens eine Asymmetrie der Curve und eine Annäherung an diese Form ergeben: sie wird bei sehr kleinen positiven Verstimmungen immer noch stark über 50 % richtige Urtheile geben, bei eben so kleinen negativen dagegen

unter 50 %. Und dies ist, wie wir sehen werden, der wirkliche Fall.

Die subjective Zuverlässigkeit eines Beobachters, d. h. die Genauigkeit und Constanz, mit der er seinen subjectiven Reinheitspunkt erkennt und festhält, läfst sich bei solcher Darstellungsweise und solcher Definition der „richtigen Urtheile" nicht an der Gesammtzahl dieser Urtheile erkennen, sondern 1. an der Continuität der Curve in Hinsicht des Auf- und Absteigens, 2. wenn subjectiver und objectiver Reinheitspunkt zusammenfallen, an der Steilheit der Curve nach beiden Seiten, 3. wenn sie nicht zusammenfallen, an der Tiefe der Senkung beim Uebergang zwischen positiven und negativen Verstimmungen (ideal müfste sie hier von 100 zu 0 % sinken) und an der Steilheit, mit der sie dann wieder auf 100 % emporgeht.

Wenn man nun für die sämmtlichen Verstimmungen von + 5,7 bis — 6,3 die richtigen Urtheile aus allen Versuchsreihen zusammenstellt, so ergiebt sich eine Tabelle, die zwar im Allgemeinen eine Abnahme und Wiederzunahme der bezüglichen Urtheilszahlen von der gröfsten positiven Verstimmung + 5,7 bis zur gröfsten negativen — 6,3 zeigt, aber nicht ohne Schwankungen im Einzelnen. Dies ist natürlich, da die Unterschiede der Verstimmungen von einander oft äufserst gering und die Anzahl der Urtheile für jede einzelne (9 bis 13 bei jedem Beobachter) ebenfalls nicht grofs genug ist, um gegenüber so minimalen Differenzen noch ein ganz regelmäfsiges Verhalten zu zeigen.

Dagegen ergiebt sich ein sehr übersichtliches Verhalten, wenn wir Zonen bilden, indem wir die sämmtlichen innerhalb einer gewissen Breite der Verstimmung fallenden richtigen Urtheile zusammennehmen. Es wird dann die Gesammtzahl der abgegebenen Urtheile für die verschiedenen Zonen zwar ungleich, weil unter eine Zone bald mehr bald weniger Verstimmungen subsumirt werden müssen, aber die Berechnung in Procentzahlen ermöglicht die Vergleichung.

Tabelle der richtigen Urtheile für die kleine Terz der eingestrichenen Octave.

Betrag der Verstimmung	Zahl der Urtheile jedes Beobachters	Zahl der richtigen Urtheile		% richtige Urtheile		% richtige Urtheile überhaupt
		Bied.	St.	Bied.	St.	
+ 5,7 bis 4,8	52	46	51	88	98	93
3,9 „ 2,5	39	37	33	95	85	90
1,5 „ 0,5	62	50	47	81	76	78
— 0,4 bis 1,3	36	16	15 ½	44	43	44
2,5 „ 3,6	66	53	43 ½	80	66	73
4,2 „ 6,3	48	43	44 ½	90	93	91

Der regelmäfsige Gang der Urtheilszahlen erleidet nur von der ersten zur zweiten Zone bei Biedermann eine Ausnahme (88—95 %). Weitere Fortsetzung der Versuche würde diese zufällige Anomalie sicherlich ausgeglichen haben. Auch in der Zusammenrechnung der Ergebnisse beider Beobachter gleicht sie sich bereits aus. Man sieht hieraus zugleich, dafs eine solche Zusammenrechnung bei Beobachtern von annähernd gleicher Urtheilsfähigkeit in Fällen, wo Ermüdung oder sonstige den Versuchszwecken schädliche Folgen sich an weitere Fortsetzung der Versuche knüpfen, ein nützliches Mittel ist, um gleichwohl nicht blos die kleineren individuellen Unterschiede gegenüber dem typischen Verhalten, sondern auch blofse Zufälligkeiten zu eliminiren. Uebrigens zeigen die Urtheilscurven beider Beobachter keine individuellen Besonderheiten, wie auch ihre subjective Zuverlässigkeit nahezu die gleiche ist.[1]

[1] Für die subjective Zuverlässigkeit beider Beobachter darf ich wohl auch folgenden Zwischenfall als Beleg anführen. Bei einer Versuchsreihe hatte der Experimentator aus Versehen nur vergröfserte Intervalle vorgelegt, während den Versuchspersonen natürlich bekannt war, dafs in jeder Reihe beiderlei Intervalle vorkommen mufsten. Beide Beobachter urtheilten aber im Widerspruch mit dieser ihrer allgemeinen Erwartung gleich wohl nach dem concreten Eindruck und sprachen nur zum Schlufs ihre

Sehr auffallend ist nun aber der Unterschied der Verkleinerungen gegenüber den Vergröfserungen des Intervalls. Während die Vergröfserung von 0,5 bis 1,5 noch 78 % r. Urtheile giebt, liefert die Verkleinerung um ungefähr denselben Betrag nur 44. Kleine Terzen, die um soviel verkleinert sind, wurden also in den meisten Fällen noch als zu grofs beurtheilt (Reinheitsurtheile wurden ja überhaupt nur sehr selten abgegeben). Auch in der mittleren Zone auf beiden Seiten zeigt sich noch der Unterschied: Vergröfserungen wurden hier schon nahezu sicher, in durchschnittlich 90 %, als Vergröfserungen beurtheilt, dagegen Verkleinerungen von gleichem Betrag nur in durchschnittlich 73 % als Verkleinerungen aufgefafst.

Es bestand also eine entschiedene Neigung, die kleine Terz erst bei einer gewissen Verkleinerung des physikalisch reinen Intervalls als rein anzuerkennen. Der subjective Reinheitspunkt lag, wenn wir die oben angegebenen Kriterien (50 %) zu Grunde legen, ungefähr bei — 1,7. Wir können aus den Urtabellen noch hinzufügen, dafs selbst die geringste Vergröfserung von 0,5 Schwingungen (genauer 0,47, oder als Verhältnifs 5 : 6,006) aufser in den 4 ersten Versuchsreihen von beiden Beobachtern ausnahmslos als Vergröfserung beurtheilt wurde, also in 26 Fällen 22 mal, dagegen die geringste Verkleinerung 0,4 in ebensovielen Fällen nur 8 mal als Verkleinerung, und die zweitkleinste 0,7 auch nur 9 mal. Erst bei einer Verkleinerung von 2,5 erhalten wir unter 26 Urtheilen 19, die auf Verkleinerung lauten. Ein so gut wie sicheres Urtheil (24 ½ unter 26) ist auf der Plusseite schon bei der Verstimmung von 1,15 erreicht, ein gleich sicheres (22 ½ unter 24) auf der Minusseite erst bei der Verstimmung von 5 Schwingungen.

Verwunderung aus, dafs ihnen diesmal fast alle Intervalle zu grofs erschienen wären.

Ich weifs nicht, ob man versucht hat, auch bei der „Methode der Minimaländerungen", wie sie gewöhnlich gehandhabt wird, einmal die analoge Probe zu machen, ob es für die Urtheilspersonen einen Unterschied macht, wenn der Experimentator ausnahmsweise, statt vorschriftsmäfsig mit der Veränderung des Intervalles in einer bestimmten Richtung stufenweise fortzuschreiten, einige Zeit zwischen sehr kleinen Verstimmungen in beiden Richtungen abwechselt. Vermuthlich aber würden Viele hier die Probe nicht bestehen, sondern ein stufenweises Fortschreiten wie immer wahrzunehmen glauben.

Wie unliebsam Vergröfserungen bei der kleinen Terz empfunden wurden, zeigen auch kräftige Bemerkungen, wie sie sich in den Protokollen an einzelnen Stellen beigeschrieben finden: „höllisch unangenehm“, „tiefer Satan“, „tief!!!“. Die beiden letzten Randbemerkungen beziehen sich auf Vertiefung des zweiten Tons des absteigenden Intervalls. Die beiden Beobachter äufserten sich auch entschieden dahin, dafs keine Verkleinerung den unangenehmen Eindruck gewisser Vergröfserungen erreiche. Eine Verkleinerung, die bereits als solche merklich war, war noch nicht geradewegs unangenehm, und eine bedeutendere Verkleinerung wurde es mehr durch die Annäherung an die grofse Secunde und durch die Zweideutigkeit, die man darin erblickte, als durch ein positiv widriges Moment.

Der Gefühlseindruck der vergröfserten kleinen Terz bei aufeinanderfolgenden Tönen erschien uns übrigens, um dies sogleich zu bemerken, auch als wesentlich verschieden, je nachdem sie eine aufsteigende oder absteigende war. Die absteigende hatte mehr etwas Komisches, Ungeschlachtes — wir geriethen beide bei starker Vergröfserung ins Lachen —, die aufsteigende dagegen hatte etwas Peinliches.

Dafs Vergröfserungen merklicher waren als Verkleinerungen, zeigt auch das Verhältnifs der Gesammtzahlen der richtigen Urtheile auf beiden Seiten: auf der Plusseite wurden unter 306 Fällen 264 als Vergröfserungen, auf der Minusseite unter 300 nur 215 $^1/_2$ als Verkleinerungen beurtheilt, also bedeutend weniger.

Nicht ohne Interesse ist auch die Zahl der Wiederholungen, die von den Beobachtern in den Reihen, wo solche gestattet waren, verlangt wurden. Sie beträgt bei den vergröfserten Intervallen 130, bei den verkleinerten 190. Wenn auch hier ein Intervall mehr als auf der Plusseite zur Anwendung kam (o. S. 328), bleibt doch ein Uebergewicht der Wiederholungen auf der Minusseite, welches auf gröfsere Schwierigkeit des Urtheils hindeutet. Man könnte diesen Umstand vielleicht daraus erklären, dafs für den rein sinnlichen Eindruck der subjective mit dem objectiven Reinheitspunkt zusammenfiele und in Folge dessen bei Verkleinerungen der sinnliche mit dem ästhetischen oder psychologischen Maafsstab in Conflict käme. Insofern würde hier allerdings die Vergleichung Unmusikalischer, bei denen der letztere Factor weniger mitwirken kann, lehrreich sein, vorausgesetzt dafs es gelänge,

hinlänglich vergleichbare Versuchsbedingungen herzustellen. (Weiteres im 7. Cap.)

Ob das Intervall aufsteigend oder absteigend genommen wurde, scheint auf das genannte Verhalten zwar nicht einen entscheidenden, aber immerhin einen graduell verschiedenen Einflufs gehabt zu haben. Die folgende Tabelle enthält die Anzahlen der richtigen Urtheile aus 4 Reihen mit aufsteigender und 4 mit absteigender Tonbewegung. Die Reihen unter einander zeigen ebenso wie die beiden Beobachter unter einander das nämliche Verhalten wie es hier im Ganzen hervortritt. Die Zonen sind wie oben angeordnet zu denken.

	Aufsteigend	Absteigend
Plusseite	29 r. U. unter 32	29 r. U. unter 32
	21 1/2 „ „ „ 24	23 „ „ „ 24
	34 „ „ „ 38	32 1/2 „ „ „ 40
Minusseite	8 1/2 „ „ „ 24	12 1/2 „ „ „ 24
	29 1/2 „ „ „ 44	38 „ „ „ 48
	27 1/2 „ „ „ 32	28 „ „ „ 32

Beim aufsteigenden Intervall tritt der Tiefstand der Urtheilscurve auf der Minusseite in den beiden inneren Zonen merklich stärker hervor als beim absteigenden, obschon er auch hier deutlich genug bleibt. Man kann also wohl sagen, dafs die Bevorzugung des verkleinerten Intervalls, die Lage des subjectiven Reinheitspunktes auf der Minusseite, sich besonders bei der aufsteigenden kleinen Terz geltend macht. Hiermit stimmt auch überein, dafs der vorhin erwähnte Unterschied in Hinsicht der verlangten Wiederholungen sich ganz vorzugsweise bei den Reihen mit aufsteigendem Intervall findet; ebenso das was vorhin über den Gefühlseindruck erwähnt wurde. Doch möchte ich über den Unterschied des auf- und absteigenden Intervalls aus diesen Versuchen nichts Entscheidendes schliefsen. Sie waren in erster Linie nicht auf die Ermittelung eines solchen Unterschieds, sondern auf das Verhältnifs der Minus- zur Plusseite überhaupt angelegt.

Schliefslich noch die Bemerkung, dafs die hier gefundenen Abweichungen der subjectiv reinen kleinen Terz mit denjenigen der temperirten und der pythagoreischen kleinen Terz zwar in der Richtung übereinstimmen aber ihrer Gröfse nach doch weit

geringer sind. Nehmen wir 380 als den tieferen Ton, so liegt die physikalisch reine kleine Terz bei 456, die subjectiv reine bei etwa 454,3, die temperirte bei 451,8, die pythagoreische bei 450. Abweichungen wie die beiden letzteren liegen schon in der Zone, wo bei unseren Versuchen so gut wie ausnahmslos „zu klein“ geurtheilt wurde.

Zweites Capitel.

Versuche über die grofse und die kleine Terz.

(C. Stumpf.)

Im Sommer 1895 begann ich in Berlin eine neue Versuchsreihe in etwas veränderter Weise für beide Terzen. Die Versuchspersonen waren die nämlichen. Prüfung, Stimmung und Handhabung des Apparates übernahm Dr. Meyer, der aber auch als Beobachter sich mehrfach betheiligte. Bei einigen Reihen wurde das Herausziehen der Zäpfchen des Apparats von den Beobachtern selbst vollzogen, ohne dafs dies, wie man sehen wird, dem unwissentlichen Verfahren Eintrag that.

Es wurden zwei verschiedene Methoden angewandt, die aber beide zu „richtigen und falschen Fällen“ führten.

1. Die erste Methode war im Wesentlichen gleich der früher benützten. Ich hatte einen Zungenapparat anfertigen lassen, worin aufser einigen anderen Zungen, besonders zu 480, 500 und 600 Schwingungen, 37 Zungen sich befanden, die sämmtlich vom Verfertiger mit ziemlicher, aber nicht gerade peinlicher Genauigkeit auf 600 gestimmt waren. Dr. Meyer prüfte sie nun genauer und richtete sie durch Abschaben am einen oder anderen Ende so ein, dafs die Verstimmungen sich etwa bis zu 4 Schwingungen nach oben und nach unten von 600 erstreckten, unter einander aber ungefähr gleichmäfsig über diese Strecke vertheilt waren. Die Zungen 480, 500 und 600 wurden durch Vergleichung mit Stimmgabeln und unter einander ganz genau eingestimmt. Zur Prüfung der erwähnten 37 Zungen befand sich noch eine Hülfszunge zu 605 im Apparat, die sich, nachdem 600 gegeben war, ebenfalls genau stimmen liefs. Durch die Schwebungen mit dieser wurden dann die 37 Zungen bestimmt. Die Zungen 480 und

500, die die Grundtöne der grofsen und kleinen Terz mit 600 angaben, wurden vor jeder einzelnen Versuchsreihe geprüft und eventuell zu 600 genau reingestimmt.[1] Bezüglich der 37 Zungen war anzunehmen, dafs die Verschiebung ihrer Verhältnisse unter einander von einer Versuchsreihe zur anderen in Anbetracht ihrer gleichen physikalischen Beschaffenheit, Gröfse u. s. w. als ganz verschwindend gelten dürfe, da der Einflufs der Temperatur auf alle in gleicher Weise wirken mufste. Auch hier aber versicherten wir uns verschiedentlich durch Proben, dafs keine Verschiebung stattgefunden hatte. Ueberdies war die Temperatur während der Versuchsperiode sehr gleichmäfsig.

Die Reihenfolge der Zungen nach ihren Schwingungszahlen, die wir so erhielten, war aber keineswegs die ihrer Aufeinanderfolge am Apparat, so dafs der Beobachter, auch wenn er die Zäpfchen selbst herauszog und dadurch eine bestimmte Zunge zum Schwingen brachte, keine Ahnung haben konnte, ob sie zu den erhöhten oder vertieften gehörte. Nachdem dies einige Male geschehen war, wurden aber, um auch die Möglichkeit der Erinnerung an frühere Fälle auszuschliefsen, von dem Experimentator verschiedene andere Reihenfolgen eingeführt. So war ein absolut unwissentliches Verfahren gewährleistet, auch wenn dann wieder einer der Beobachter den Apparat selbst handhabte.

Der Hauptunterschied gegenüber meinen früheren Versuchen bestand darin, dafs erstlich genau einunddderselbe Grundton für alle Fälle beibehalten werden konnte, und dafs zweitens das Intervall hier stets nur aufsteigend genommen wurde, um zunächst beide Terzen unter gleichen Umständen zu vergleichen. Die weiter beabsichtigten Versuche mit absteigenden Terzen unterblieben, weil aus den im Folgenden zu erwähnenden Gründen das Ganze noch einmal auf neuer und erweiterter Grundlage aufgenommen wurde.

---

[1] Vgl. über die Abstimmung Meyer's Bemerkungen unten S. 115.

Ergebnisse für die grofse Terz (480 : 600).

Betrag der Verstimmung des höheren Tones	Verhältnifs der richtigen Urtheile zu sämmtlichen Urtheilen			% richtige Urtheile			% richtige Urtheile überhaupt
	BIEDERM.	STUMPF	MEYER	B.	ST.	M.	
+ 3,5 bis 2,0	49 1/2 : 54	34 1/2 : 45	38 : 45	92	77	84	85
1,7 „ 1,2	26 1/2 : 36	20 : 30	24 : 30	74	67	80	73
0,8 „ 0,3	11 : 24	4 1/2 : 20	11 : 20	46	22 1/2	55	41
— 0,1 bis 0,3	11 1/2 : 24	18 1/2 : 20	12 1/2 : 20	48	92	62 1/2	63
0,4 „ 0,7	27 1/2 : 36	28 1/2 : 30	20 : 30	76	95	67	79
1,0 „ 1,8	25 : 30	23 1/2 : 25	20 : 25	83	94	80	86
2,3 „ 3,6	17 : 18	15 : 15	12 1/2 : 15	94	100	83	93

Es sind hier, wie früher, zur Erzielung gröfserer Uebersichtlichkeit aus den Einzelwerthen der Verstimmungen Zonen gebildet und die darunter fallenden Urtheile zusammengerechnet.

Zunächst die Ergebnisse für STUMPF, die am Deutlichsten sprechen, lassen keinen Zweifel, dafs für diesen Beobachter der subjective Reinheitspunkt erst bei einer erheblichen Vergröfserung des Intervalls liegt. Verkleinerungen wurden fast ausnahmslos als Verkleinerungen aufgefafst, selbst wenn sie nur 0,1 bis 0,3 Schwingungen betrugen; dagegen wurde eine Vergröfserung von 0,3 bis 0,8 immer noch viel häufiger als Verkleinerung denn als Vergröfserung aufgefafst. Eine grofse Terz mufste, um diesem Beobachter unter den angegebenen Umständen als rein zu erscheinen, objectiv mindestens um eine Schwingung zu grofs sein.

Bei den anderen Beobachtern läfst sich Analoges erkennen, wenn man statt der kleinsten Abweichungen nach der Minusseite die zweite Zone ins Auge fafst, welche ja auch in Hinsicht der Gröfse der Verstimmung erst ungefähr der ersten auf der Plusseite entspricht. Hier stehen bei BIEDERMANN 76 % richtige Urtheile gegen 46 auf der Plusseite, bei MEYER 67 % gegen 55.

Da also auch bei diesen Beobachtern der nämliche Zug, wenn auch nicht in solchem Maafse ausgeprägt, sich findet, hat die Addition der Ergebnisse auch hier einen Sinn; und so mag

der Gang der Procentzahlen in der letzten Rubrik uns beiläufig das durchschnittliche Verhalten von Individuen mit gutem Gehör unter den vorliegenden Umständen versinnlichen. Dabei ist immer zu beachten, dafs die drei äufseren Zonen auf beiden Seiten sich in Hinsicht der Gröfse der Verstimmungen ungefähr entsprechen, während die innerste Zone der Minusseite kein Pendant auf der Plusseite hat. So erhalten wir wieder eine Urtheilscurve, die die ungleiche Empfindlichkeit für Vergröfserung gegenüber Verkleinerung des Intervalls deutlich wiedergiebt. Noch weit schärfer tritt das Verhalten aber in STUMPF's Urtheilscurve für sich allein hervor.

Ergebnisse für die kleine Terz (500 : 600).

Betrag der Verstimmung des höheren Tons	Verhältnifs der richtigen Urtheile zu sämmtlichen Urtheilen			% richtige Urtheile		
	BIEDERMANN	STUMPF	MEYER	B.	ST.	M.
+ 3,5 bis 2,0	25 : 27	47 1/2 : 54	35 1/2 : 45	93	88	79
1,7 „ 1,2	15 : 18	28 : 36	23 1/2 : 30	83	78	78
0,8 „ 0,3	9 1/2 : 12	10 : 24	12 : 20	79	42	60
— 0,1 „ 0,3	7 : 12	18 : 24	11 1/2 : 20	58	75	57 1/2
0,4 „ 0,7	10 1/2 : 18	28 : 36	19 1/2 : 30	58	78	65
1,0 „ 1,8	10 : 15	27 1/2 : 30	15 : 25	67	92	60
2,3 „ 3,6	6 : 9	16 : 18	9 1/2 : 15	67	89	63

Mit der Tabelle für die kleine Terz im 1. Capitel (S. 96) läfst sich diese nicht durchweg vergleichen, weil die angewandten Verstimmungen diesmal im Ganzen kleiner sind und die Zonen beiderseits nicht zusammenfallen. Doch liefern ähnliche Zonen hier und dort ähnliche Zahlen (z. B. die Zone + 3,5 bis + 2,0 hier 86 %, bez. ohne MEYER 89 1/2 %, dort die Zone + 3,9 bis + 2,5 90 %. Die Zone — 2,3 bis — 3,6 hier 75 % bez. 81 1/2 %, dort 73 %).

Dagegen ist es nun sehr auffallend, dafs in der Hauptsache, in dem Verhalten gegen Verkleinerungen und Vergröfserungen, bei STUMPF ein dem früheren g e r a d e e n t g e g e n g e s e t z t e s Ergebnifs herauskommt. Eine äufserst geringe Verkleinerung

wird hier schon in 75 % Fällen als Verkleinerung beurtheilt, eine Zone gleicher und stärkerer Vergröſserung dagegen als Vergröſserung nur in 42 % Fällen. Wonach man schlieſsen müſste, daſs der subjective Reinheitspunkt bei der kleinen Terz ebenso wie bei der groſsen auf der Plusseite liege; entgegengesetzt dem was wir im 1. Capitel fanden. Bei den zwei anderen Beobachtern zeigt sich das frühere Verhalten wenigstens insofern, als auf der Minusseite überhaupt, auch in der Zone gröſster Verstimmung, lange nicht so viele richtige Urtheile vorkommen wie auf der Plusseite.

Wegen des stark abweichenden Verhaltens von Stumpf muſs man hier davon absehen, die Ergebnisse der drei Beobachter zusammenzurechnen, da dies nur zu Fehlschlüssen führen könnte. Aber wie erklärt sich dieses Verhalten selbst gegenüber dem früheren desselben Beobachters?

Wer sich die Sache leicht machen will, braucht nur zu sagen, daſs „angesichts so widersprechender Ergebnisse die Versuche werthlos sind“. Wissenschaftlicher aber scheint es, angesichts der regelmäſsigen Anordnung der Tabellen hier wie dort eine Interpretation zu versuchen, die uns in der Erkenntniſs der Urtheilsbedingungen weiterführt. Handelte es sich um die Feststellung einer physikalischen Thatsache, so würden freilich widersprechende Beobachtungsreihen einfach auf eine Fehlerquelle hindeuten, die die eine von beiden Reihen oder beide werthlos macht. Hier aber ist ja gerade das Verhalten des Urtheils selbst Gegenstand der Untersuchung und kann man von Fehlerquellen nur dann und insofern reden, als eine Untersuchung evident zweckwidrig angestellt wäre, als ein Einfluſs, den man von vornherein hätte voraussagen können, die Ableitung neuer Erkenntnisse über die Bestimmungsgründe des Urtheils aus den Tabellen unmöglich machte. Dies ist aber hier nicht der Fall. Ein Factor, wie er hier gewirkt haben muſs, lieſs sich unmöglich voraussehen. Und so kann vielleicht gerade die Abweichung der Ergebnisse uns etwas über wechselnde Bedingungen des Reinheitsurtheils lehren.

Ich halte es für wahrscheinlich, und die Selbstbeobachtung scheint es mir, so weit sie in der Erinnerung möglich ist, zu bestätigen, daſs eine Art von Umstimmung des akustischen Geschmackes die Schuld trägt. Wenn man, wie es bei den neuen Versuchen der Fall war, mit groſsen Terzen begonnen

und längere Zeit mit ihnen experimentirt hat, so kann sich, da hier die Vergröfserung bevorzugt wird, eine Vorliebe für schärfere Intonation überhaupt herausbilden, die dann auch auf die kleine Terz wirkt, wenn man unmittelbar zu dieser übergeht. Man kann an die Analogien des Geschmackssinnes denken, an die Gewöhnung an scharfgewürzte oder saure oder süfse Speisen. Ein an Pfeffer gewöhnter Gaumen findet die normalgewürzten Speisen schal. In unserem Fall würde ich nun zwar nicht eine Umstimmung der Empfindung als solcher annehmen, wie sie beim Geschmackssinn stattfindet, sondern nur eine Umstimmung des ästhetischen Gefühls und Urtheils. Aber auch der Geschmack im ästhetischen Sinne bietet Beispiele genug für solche Umstimmungen.

Es sind, scheint es, drei Fälle zu unterscheiden. In der Musik, wenn Dur und Moll in einzelnen Accorden beständig mit einander wechseln, dürfte in Folge des Bedürfnisses der Contrastirung die Durterz noch etwas vergröfsert, die Mollterz verkleinert werden. Eine gegebene reine Mollterz erscheint dann also noch zu grofs. Wenn aber auf eine ganze Versuchsreihe mit der grofsen Terz ohne hinreichende Zwischenpause eine solche mit der kleinen Terz folgt (diese Versuchsreihen wurden öfters unmittelbar nach einander oder an demselben Tage ausgeführt), dann scheint eine Gewöhnung an scharfe Intonation zu wirken und das Bedürfnifs ausdrucksvoller Contrastirung dagegen zurückzutreten. Eine gegebene reine Mollterz erscheint dann also zu klein. Wenn endlich bei Versuchsreihen gröfsere Zwischenpausen eingehalten oder gar (wie bei den Versuchen des 1. Cap.) nur kleine Terzen vorgelegt werden, dann wirken die musikalischen Erfahrungen nach und bedingen wieder eine Neigung zur Verkleinerung des Intervalls, das reine erscheint zu grofs.

Dafs bei den anderen Beobachtern der nämliche Factor nicht eine Verlegung des subjectiven Reinheitspunktes auf die Plusseite, sondern nur eine weniger als sonst ausgesprochene Bevorzugung der Minussseite zur Folge hatte, hängt wohl damit zusammen, dafs bei Stumpf überhaupt die Einflüsse, die den subjectiven Reinheitspunkt vom objectiven nach der einen oder anderen Seite hin verschieben, besonders wirksam scheinen, wie wir dies früher bereits fanden und auch später noch finden

werden. So stofsen wir hier auch auf bemerkenswerthe wenngleich nur graduelle Unterschiede der Individuen.

Unter den während dieser Versuche gemachten Notizen finde ich auch die, dafs mich nach einer längeren Versuchsreihe mit kleinen Terzen eine einzelne grofse geradezu unangenehm berührte, in welcher Abstimmung sie auch vorgelegt wurde. Aehnliches berichteten auch andere Beobachter. Es findet also der Einflufs auch in umgekehrter Richtung statt. Und es wäre möglich, dafs die Neigung zur Vergröfserung der grofsen Terz ohne solchen Einflufs von Seite der kleinen in den Versuchen noch stärker hevorgetreten wäre.

Ist die angegebene Deutung des Befundes richtig, so lehrt dies Beispiel doch zugleich aufs Neue, wie vorsichtig man bei Folgerungen aus Versuchstabellen sein mufs. Wäre zufällig nicht früher die kleine Terz für sich allein untersucht worden, so hätte man aus den obigen Tabellen eine Neigung vermuthen können, Terzen überhaupt oder wenigstens aufsteigende Terzen zu erhöhen. Oder wären nicht zufällig die nämlichen Beobachter früher wie jetzt thätig gewesen, so hätte man wahrscheinlich sich begnügt zu sagen: Mancher wünscht die kleine Terz vermindert, Mancher vergröfsert.

2. Eine zweite Methode bestand darin, dafs unter den 37 Zungen nur wenige Paare ausgewählt wurden, eine Zunge in jeder Versuchsreihe unter dem objectiven Reinheitspunkt 600, eine darüber; und dafs nun die bezüglichen beiden Verstimmungen in ganz ungeordneter Folge vorgelegt wurden. Einer der drei Betheiligten legte die Intervalle vor, ein Anderer oder die beiden Anderen hatten immer ihr Urtheil aufzuschreiben. Jeder durfte sich beliebige Wiederholung eines Versuchs ausbitten, bis er sicher zu sein glaubte.

Hier war es besonders wichtig, dafs je zwei zusammengehörige Zungen a_1 und a_2, b_1 und b_2 u. s. f. sich nicht merklich durch die Klangfarbe unterschieden. Es wurden daher nur solche, die in dieser Hinsicht ununterscheidbar ähnlich waren, zugelassen. Vorher wurde die Probe gemacht, ob die Beobachter im Stande waren, die Zungen an der Farbe wiederzuerkennen, in welchem Falle die Combination unbrauchbar war. Dafs auch eine Unterscheidung hinsichtlich der absoluten Tonhöhe ausgeschlossen war, wurde ebenfalls festgestellt, indem der Grundton bei Seite gelassen und nur die beiden Zungen a_1 und a_2 u. s. w.

in entsprechendem Zeitabstande vorgelegt wurden, mit der Frage, ob es die höhere oder die tiefere sei.

Zwischen allen Versuchen einer Reihe wurden beträchtliche Pausen gemacht und diese Pausen meist auch mit Gespräch ausgefüllt, um auch so die Möglichkeit eines Vergleichens der absoluten Tonhöhen der Töne a_1 und a_2 u. s. w. auszuschliefsen.

Bei der Auswahl der beiden in einer Versuchsreihe zu combinirenden Verstimmungen hätte es am nächsten gelegen, sie gleich grofs zu nehmen, und zwar natürlich gleichweit entfernt vom subjectiven Reinheitspunkt. Eine Kenntnifs des letzteren würde also hier schon vorausgesetzt sein, und die Versuche könnten in dieser Hinsicht nur als Controle dienen. Aber einmal ist die Lage des Punktes nicht hinreichend genau zu bestimmen und wäre bei der kleinen Terz die Frage entstanden, inwieweit der zuletzt besprochenen Verschiebung Rechnung zu tragen sei, sodann waren auch nicht immer entsprechende Zungen von genügend gleicher Klangfarbe vorhanden. In Wirklichkeit wurden für beide Terzen die nämlichen Zungenpaare benützt, und zwar immer gröfsere Verstimmungen nach der Plusseite als nach der Minusseite, obschon dies nur bei der grofsen Terz mit der Lage des subjectiven Reinheitspunktes unzweifelhaft übereinstimmte. Folgende Erwägungen werden aber zeigen, dafs es diesmal überhaupt nicht wesentlich auf den genannten Punkt ankam.

Man mufs im Grunde sagen, dafs bei allen solchen Untersuchungen jede neue „Methode" zugleich einen neuen Gegenstand bedeutet. Immer wird durch die veränderten Umstände doch auch die Fragestellung selbst mehr oder minder verschoben. Es wird nicht mehr genau dasselbe Urtheil, dieselbe psychologische Leistung nur auf anderem Wege untersucht, sondern auch dem Urtheil selbst eine andere Richtung, ein anderer Gegenstand gegeben. Mag es sich immerfort um die Reinheit von Terzen handeln: das ist doch nur ein ganz abstractes Stück der Fragestellung, die näheren Umstände können den Sinn der Frage psychologisch wesentlich alteriren, auch selbst wenn sie den Worten nach unverändert geblieben ist. So ist es hier. Der Urtheilende weifs, dafs es sich nur um zwei Intervalle handelt, und dafs das eine objectiv und vielleicht auch subjectiv zu grofs, das andere zu klein ist. Dadurch ist seinem Bewufstsein eine gewisse Determination gegeben: das Urtheil darüber,

welches Intervall zu grofs und welches zu klein ist, fällt nun zusammen mit dem Urtheil, welches das gröfsere und welches das kleinere von beiden ist.

Allerdings entscheidet er sich hierüber — das entspricht nicht blos unserer bestimmten Selbstbeobachtung sondern ist auch nach den Versuchsumständen nicht anders möglich — auf Grund des Eindrucks „zu grofs“ oder „zu klein“. Aber dieser Eindruck selbst ist mitbestimmt durch die augenblickliche Sachlage, er besteht in einem Gefühl der gröfseren oder geringeren Spannung, der relativen Schärfe oder Mattigkeit des Intervalls, wobei „relativ“ zu betonen ist. Es hätten vielleicht auch beide Verstimmungen in einer Versuchsreihe auf der Plus- oder beide auf der Minusseite genommen werden und sich doch dieser selbe Unterschied des Gefühls einstellen können, nachdem sie einige Male gehört worden waren. Die Schärfe oder Mattigkeit eines Intervalls ist in solchem Falle nicht blos abhängig von dem Betrag und der Richtung der Verstimmung, sondern auch von dem zweiten Intervall, mit welchem es abwechselt. Man könnte sagen, dafs der subjective Reinheitspunkt in Folge dessen etwas Relatives erhält, dafs er seine Stelle je nach der Beschaffenheit der beiden Intervalle verändert, aber natürlich nur innerhalb enger Grenzen. Darüber hinaus tritt das absolute Reinheitsurtheil in seine Rechte, und der Beobachter wird dann, wenn also die Verstimmungen beide zu weit nach der einen Seite vorgeschoben werden, nicht mehr eines für zu grofs, das andere für zu klein ansehen, sondern dabei bleiben, dafs beide zu klein oder beide zu grofs sind.

Dieser Einflufs der beiden in einer Versuchsreihe benützten Intervalle auf einander erheischt und verdient noch eine genauere psychologische Formulirung. Er ist nicht als eine Contrastwirkung im gewöhnlichen Sinn aufzufassen, da die Intervalle zeitlich zu weit getrennt waren. Er beruht auch nicht auf einer Vergleichung des augenblicklichen Intervalles mit dem Gedächtnifsbild des anderen: denn ebensowenig wie die absolute Tonhöhe des variablen Tones von einem zum anderen Versuch im Gedächtnifs behalten und verglichen wurde, ebensowenig und noch weniger geschah dies mit dem Intervall selbst, das aus dem variablen und dem constanten Ton zusammengesetzt war. Sondern der Beobachter orientirte sich — so mufs man nach den Erinnerungen und der Sachlage annehmen — zunächst an irgend

einem der ersten Fälle innerhalb dieser Reihe, einem, der ihm ganz deutlich erschien, bei dem er das Gefühl des Scharfen oder des Stumpfen in ausgesprochener Weise hatte. Dieses Gefühl nun blieb allerdings im Gedächtniſs, mit seiner charakteristischen Qualität und Intensität. Und wenn dann ein Intervall erschien, woran man einen solchen Charakter nicht deutlich wahrnahm, so wurde es als das entgegengesetzte aufgefaſst, erlangte aber zugleich in Folge dessen im Bewuſstsein des Hörenden auch wirklich in gewissem Grade den umgekehrten Gefühlscharakter. Dieser Vorgang erscheint sehr bemerkenswerth.

Ein Contrast also lag vor, aber nicht ein Empfindungscontrast, sondern ein Gefühlscontrast, und auch dieser nicht in Folge einer unmittelbaren Aufeinanderfolge der Empfindungen (wie beim Farbencontrast) oder einer Vergleichung mit Hülfe des Gedächtnisses, sondern in Folge eines unwillkürlichen Auffassungsvorganges. Ich betone aber, daſs das Intervall, das unter dem Einfluſs des Contrastes stand, nicht etwa blos durch einen logischen Exclusionsschluſs seiner Eigenthümlichkeit nach erkannt und benannt wurde. Es trug in der That einen entsprechenden Gefühlscharakter. Nur hatte es diesen erst durch den Gegensatz zu dem anderen Intervall erworben, während es an sich vielleicht noch als rein empfunden worden wäre; oder wenigstens war jener Charakter durch den Gegensatz gesteigert worden.

Ich will auch nicht sagen, daſs es durchgängig so gewesen wäre, sondern nur, daſs ein solcher Einfluſs vielfach mitbestimmend war.

Die Urtheilenden gaben in Folge dessen auch vielfach an, daſs ihnen die beiden Intervalle gleichweit vom subjectiven Reinheitspunkt entfernt, um den gleichen Betrag verstimmt erschienen, wenn dies auch der sonstigen Lage des Reinheitspunktes nicht entsprach. In anderen Reihen allerdings wurde die Verstimmung als ungleich groſs beurtheilt. Namentlich wurde bei der groſsen Terz das vergröſserte Intervall trotz der objectiv stärkeren Verstimmung meistens noch als wohl brauchbar und nur das verkleinerte als merklich verstimmt empfunden; wieder ein Zeichen für die entschiedene Bevorzugung der Plusseite bei der groſsen Terz.

Soviel, um das Verfahren in Hinsicht der zu den Versuchen benutzten Toncombinationen gegen den Vorwurf der Willkürlichkeit zu schützen. Denn es geht aus diesen Erwägungen hervor, daſs ein gleicher Abstand der beiden variablen Töne vom sub-

jectiven Reinheitspunkt nicht in erster Linie nothwendig war. Zugleich ist uns aber dabei wieder ein Theil des psychologischen Mechanismus der Reinheitsurtheile klar geworden, auf den wir im Uebrigen zunächst nicht mehr als nothwendig eingehen wollen.

Um übrigens die Methode auch für die Ermittelung des subjectiven Reinheitspunktes brauchbar und überhaupt allgemeiner anwendbar zu machen, bedarf sie nur einer Erweiterung: man mufs nicht blos zwei sondern eine Mehrzahl von positiven und negativen Verstimmungen in jeder Versuchsreihe vorlegen. In dieser vollkommeneren Form ist sie nachher von M. Meyer angewandt worden (3. Cap.).

Die Intervalle wurden auch diesmal nur aufsteigend genommen. Die Umkehrung hätte unter diesen Umständen keine besonderen Belehrungen bringen können.

Ergebnisse für die grofse Terz (480 : 600).

Verstimmungen des Tones 600	Verhältnifs der richtigen zu sämmtlichen Urtheilen			% richtige Urtheile für Bied. + St.
	Biedermann	Stumpf	Meyer	
a) + 1,5 / − 0,3	40 : 40	31 : 35	47 : 60	95
b) + 1,2 / − 0,3	29 : 30	26 : 30	24 : 40	92
c) + 0,8 / − 0,2	29 : 30	19 : 30	—	80
d) + 0,6 / − 0,1	15 : 30	20 : 30	—	58

Die erste Columne der Tabelle giebt die Stimmung der beiden Zungen an, die abwechselnd mit 480 verbunden dem Urtheil vorgelegt wurden. a), b), c), d) sind die vier untersuchten Paare von Verstimmungen. Die in den drei folgenden Rubriken angegebenen Verhältnifszahlen sind jedes Mal aus 3—6 Versuchsreihen gewonnen, da jede Versuchsreihe wegen der besonderen damit verbundenen Anstrengung gewöhnlich nur 10 Fälle umfafste. Die ersten Fälle einer Reihe wurden nach Beendigung der Reihe immer noch einmal vorgelegt.

Der Abstand der beiden variablen Töne des Intervalls wird

von a) bis d) immer geringer, von 1,8 bis zu 0,7. Man sieht, wie dem entsprechend auch die Sicherheit des Urtheils geringer wird. Bei Meyer ist sie schon bei b) fast ganz verloren, indem die richtigen Urtheile nur wenig die falschen überwiegen. Bei Biedermann bleibt sie bis c) eine fast unfehlbare, sinkt dagegen in d) auf den Nullpunkt; während bei Stumpf die richtigen zu den sämmtlichen Fällen in den beiden letzten Gruppen sich wie 2:3 verhalten. Diese individuellen Unterschiede gründen bei Meyer jedenfalls in seiner damaligen relativ noch geringeren Uebung, bei Bied. und St. dagegen wohl in zufälligen Dispositionen, auf die bei derartigen Versuchen unstreitig viel ankommt. Die Zahl der Versuche ist nicht grofs genug, um solche völlig auszugleichen. Bei der kleinen Terz werden wir, während sonst die Ergebnisse analog sind, für die Fälle c) und d) nichts derartiges finden. Wir dürfen daher diesen Unterschied als zufällig betrachten und rechnen auch hier am besten die Ergebnisse, wenigstens für diese beiden Beobachter, zusammen, wie in der letzten Rubrik geschehen ist.

Man darf hiernach sagen, dafs ein gut musikalisches und akustisch geübtes Ohr noch im Stande ist, zwei grofse Terzen mittlerer Tonlage in Hinsicht ihrer Reinheit noch zu unterscheiden, wenn ihr Unterschied auch nur, wie bei c), eine einzige Schwingung beträgt. Bei einer Differenz von zwei Schwingungen kann das Urtheil unter solchen Umständen als unfehlbar gelten.

Ergebnisse für die kleine Terz (500 : 600).

Verstimmungen des Tons 600	Verhältnifs der richtigen zu sämmtlichen Urtheilen			°/o richtige Urtheile überhaupt
	Biedermann	Stumpf	Meyer	
a) + 1,5 / − 0,3	10 : 10	9 : 10	28 : 30	94 (95)
b) + 1,2 / − 0,3	30 : 30	27 : 30	22 : 30	88 (95)
c) + 0,8 / − 0,2	30 : 30	26 : 30	20 : 30	84 (93)
d) + 0,6 / − 0,1	21 : 30	20 : 30	17 : 30	64 (68)

Wiederum ist für Meyer die Grenze der Sicherheit früher eingetreten als für die beiden anderen: sein Verhalten bei c) entspricht dem der anderen bei d). Aber die Verschiedenheit ist hier überhaupt nicht so grofs. Während die grofse Terz für Meyer schon bei b) nahezu ebensoviel falsche als richtige Urtheile lieferte, ist dies hier erst bei d) der Fall. Seine Zahlen sind darum in der letzten Rubrik mitgerechnet, um ein Bild des durchschnittlichen Verhaltens geübter Ohren zu bekommen; in Klammern sind die Procentzahlen für Biedermann + Stumpf beigefügt.

Dafs im Ganzen diese Tabelle noch etwas günstigere Ergebnisse zeigt als die für die grofse Terz, mag theilweise vielleicht auf dem geringeren Tonabstand der Intervalltöne beruhen, hauptsächlich aber wohl auf noch weiter gesteigerter Uebung, da diese Versuche zeitlich auf die mit der grofsen Terz folgten.

Nicht ohne Interesse ist endlich die Verteilung der falschen Fälle auf die beiden Verstimmungen in den verschiedenen Versuchsreihen. Alle Beobachter zusammengenommen (ihr Verhalten war darin ein gleichmäfsiges) vertheilen sich die falschen Urtheile so:

	Grofse Terz		Kleine Terz	
	Minusseite	Plusseite	Minusseite	Plusseite
a)	10	7	2	1
b)	11	10	9	2
c)	6	6	8	6
d)	10	15	18	14

Bei der grofsen Terz kommen also, wenn wir von der gröfsten Differenz (*a*) ausgehen, zuerst mehr falsche Urtheile bei den negativen Verstimmungen, zuletzt mehr bei den positiven. Da die Abnahme der Verstimmung wesentlich auf der Plusseite erfolgte (von + 1,5 bis zu + 0,6), und der subjective Reinheitspunkt der grofsen Terz entschieden auf dieser Seite liegt, so ist die Verschiebung unschwer zu begreifen. Zuerst liegt eben die Verstimmung noch hinreichend jenseits des Reinheitspunktes, zuletzt rückt sie ihm sehr nah, ja über den normalen Reinheitspunkt hinaus, so dafs hier nur durch den oben geschilderten psychologischen Vorgang noch sozusagen künstlich-richtige Urtheile entstehen.

Bei der kleinen Terz hingegen bleibt das Uebergewicht der

falschen Fälle immer auf der negativen Seite. Dies wird damit zusammenhängen, daſs der normale subjective Reinheitspunkt hier eben auf dieser Seite liegt, so daſs also die Verstimmungen, die ohnedies auch physikalisch auf dieser Seite äuſserst gering sind, psychologisch (vom subjectiven Reinheitspunkt gerechnet) zu Null oder gar umgekehrt zu Vergröſserungen werden und man geneigter ist, ein solches Intervall als zu groſs zu schätzen. Man hätte es wahrscheinlich in noch viel mehr Fällen gethan, hätte nicht wieder jener psychologische Contrastvorgang entgegengewirkt, der die Tendenz hat, den subjectiven Reinheitspunkt gegen die Mitte der beiden benützten Verstimmungen, also mehr gegen die Plusseite hin, zu verschieben.

Freilich sind die Zahlen dieser letzten Tabelle überhaupt nur klein und können ein paar falsche Urtheile mehr oder weniger leicht Product des Zufalls sein, deswegen wollen wir auf die Erscheinungen der Vertheilung nicht zuviel Gewicht legen, wenn auch ihre Uebereinstimmung mit den früheren Ergebnissen und Betrachtungen bemerkenswerth erscheint.

Als wesentliche Ergebnisse der bisher beschriebenen Versuche möchte ich die folgenden bezeichnen:

1. Bei der kleinen Terz mit zeitlicher Aufeinanderfolge der beiden Töne wird von musikalisch Geübten unter gewöhnlichen Umständen eine Verkleinerung des Intervalls anstatt der sog. natürlichen Stimmung 5 : 6 vorgezogen, und zwar besonders bei aufsteigender Tonbewegung. Die Verkleinerung ist jedoch bei weitem nicht so groſs wie die der temperirten oder der pythagoreischen kleinen Terz; sie beträgt für die mittlere Tonlage, soweit sich ein bestimmtes Maaſs erschlieſsen läſst, beiläufig $1^1/_2$ Schwingungen.

2. Bei der groſsen Terz wird unter gleichen Umständen umgekehrt eine Vergröſserung des Intervalls an Stelle des Verhältnisses 4 : 5 vorgezogen (der Unterschied der auf- und absteigenden Tonbewegung ist nicht untersucht). Die Vergröſserung beträgt aber wiederum viel weniger als die der temperirten und der pythagoreischen groſsen Terz und kann für die mittlere Tonlage mit gleicher Reserve auf etwa 1 Schwingung geschätzt werden.

3. Individuelle Unterschiede sind nicht zu verkennen,

auch unter den Musikalischen und Geübten, doch scheinen sie nur gradueller Natur zu sein.

4. War das Gehör längere Zeit durch Reinheitsversuche über die groſse Terz in Anspruch genommen, so kann es auch für die kleine zeitweilig in gleichem Sinn umgestimmt werden (umgestimmt in ästhetischer Bedeutung des Wortes). Dieser Einfluſs ist aber wieder individuell sehr ungleich und trat nur bei dem Beobachter, der zugleich die stärkste Neigung zur Alterirung der Intervalle überhaupt zeigte, so kräftig in die Erscheinung, daſs geradezu eine Umkehrung in der Richtung der bevorzugten Intonation entstand.

5. Wenn nur zwei wenig verschiedene Abstimmungen einunddesselben Intervalls öfters nach einander (wenn auch mit gröſseren Pausen) vorgelegt werden, so kann dasjenige, das dem Beobachter deutlicher nach einer Richtung hin verstimmt erscheint, auf die Schätzung des anderen einen Einfluſs in dem Sinn üben, daſs dieses nun deutlicher, als es auſserdem der Fall wäre, nach der umgekehrten Richtung verstimmt erscheint (Gefühlscontrast).

Mit Rücksicht auf Nr. 4 und 5 muſs man zugeben, daſs der subjective Reinheitspunkt auch bei dem nämlichen Individuum durch die augenblicklichen Versuchsumstände, abgesehen noch von allem musikalischen Zusammenhang, verschoben werden kann.

Drittes Capitel.

Versuche mit groſser Terz, Quinte und Octave.

(M. Meyer.)

1. Technische Einrichtungen. Es kam bei diesen Versuchen darauf an, die Intervalle einerseits durch möglichst einfache, andererseits durch möglichst obertonreiche Töne darzustellen. Als Tonquellen dienten deshalb Stimmgabeln auf Resonanzkasten, bei denen mit unbewaffnetem Ohre kein Oberton wahrgenommen werden konnte, und kräftig angeblasene Zungen, die über 20, zwar nicht sämmtlich hörbare, aber objectiv nachzuweisende Obertöne geben, also wohl eine der schärfsten überhaupt herzustellenden Klangfarben liefern. Als Höhenlage wurde das Gebiet der ein- und zweigestrichenen

Octave gewählt, da in diesem die gröfste Sicherheit und Leichtigkeit des Urtheils zu erwarten war.

Zu den Versuchen mit Zungentönen dienten je eine Zunge von 300, 400 und 480, sowie 37 Zungen von nahezu 600 Schwingungen. Von letzteren Zungen wurde die zu den Versuchen erforderliche Anzahl solcher ausgewählt, die möglichst geringe Unterschiede der Klangfarbe und Tonstärke zeigten, und durch Schaben auf die gewünschte Stimmung gebracht. Da Zungen durch Temperaturschwankungen leicht verändert werden, so wurde die Stimmung genügend oft controlirt.

Die Intervalle rein zu stimmen ist bei Tönen von so scharfer Klangfarbe nicht schwer. Man braucht nur darauf zu achten, dafs Schwebungen der zusammenfallenden Obertöne gänzlich verschwinden. Die höheren Obertöne schweben der Natur der Sache nach bei minimalen Verstimmungen der Grundtöne noch merklich langsam. Man kann daher, wenn man für den Fortfall aller merklichen Schwebungen sorgt, eine aufserordentliche Genauigkeit der Abstimmung erzielen.

Nach der so abgestimmten Normalzunge 600 wurden dann die anderen, etwas differirenden Zungen gestimmt, jedoch nicht durch Zählen der Schwebungen, die sie mit der Normalzunge machten, sondern auf indirecte Weise. Sehr nahe an einander liegende, von derselben Windlade aus angeblasene Zungen geben nicht so viel Schwebungen, als ihre Schwingungszahlen bei gesondertem Anblasen differiren, weil die Zungen bei kleinen Höhenunterschieden sich an einander anpassen. Man mufs daher zunächst eine Hülfszunge bestimmen, die um mehrere Schwingungen von der Normalzunge abweicht, und dann die Schwebungen zählen, welche die abzustimmenden Zungen mit jener hervorbringen. Bei der Bedienung des Blasetisches mufs darauf geachtet werden, dafs der Reservebalg stets bis zu einer gewissen Höhe gefüllt ist und nur wenige Centimeter grofse Schwankungen macht, da gröfsere Schwankungen nicht ohne Einflufs auf den Winddruck und damit auf die Tonhöhe der Zungen bleiben.

Die bei den Versuchen benutzten Resonanzgabeln wurden zur Erzielung gleichmäfsiger Tonstärke auf mechanischem Wege angeschlagen. Es ist eine bekannte Thatsache, dafs stark tönende Gabeln einen tieferen Ton hören lassen als schwach

tönende[1]; man mufs daher die Tonstärke so gleichmäfsig machen, als man es erreichen kann. Aufserdem ist es auch leicht möglich, dafs durch unerwartete Stärkeschwankungen die Aufmerksamkeit der Versuchspersonen ungünstig beeinflufst wird. Aus diesen Gründen wurde mechanischer Anschlag der Gabeln in Anwendung gebracht und zwar vermittelst federnder, mit Kautschukringen überzogener Hämmer, von denen jeder einzeln auf einem besonderen Gestelle befestigt war und zur Regulirung der Tonstärke mit leichter Mühe etwas näher an die Gabel herangebracht oder von ihr entfernt werden konnte. Die Töne wurden zur möglichsten Vermeidung aller störenden Geräusche so leise angegeben, als es, ohne die Beurtheilung zu erschweren, anging.

Die gewöhnliche Art der Verstimmung der Gabeln durch Verschiebung eines Laufgewichts erwies sich nur bei den Versuchen mit der grofsen Terz im Zusammenklange als brauchbar, wobei Verstimmungen bis zu 7 Schwingungen angewandt wurden. Wenn es sich jedoch um Bruchtheile einer Schwingung handelt, ist die Verschiebung eines Gewichts nicht zu empfehlen, da der Einstellungsfehler zu grofs ist. Es wurde daher die bereits an anderer Stelle[2] beschriebene Verstimmung vermittelst einer in die eine Zinke der Gabel eingesetzten Schraube zur Anwendung gebracht.

Ein rein gestimmtes Intervall ist bei Stimmgabeln nicht so leicht herzustellen, als bei Zungen. Da bei den als Tonquellen benutzten Gabeln keine Obertöne gehört werden (obwohl sie objectiv vorhanden sind), so mufs man die Intervallreinheit durch Fortfall der Schwebungen des Differenztons feststellen. Ist z. B. bei der grofsen Terz der höhere Ton um eine Schwingung verstimmt, so hört man in einer Secunde vier Schwebungen des tiefen Differenztons. Doch müssen die Gabeln zu diesem Zweck sehr stark zum Tönen gebracht werden.

Hat man auf diese Weise das reine Intervall hergestellt und

---

[1] Von STUMPF, Tonpsychologie Bd. I, S. 242, 253f., II, 104 besprochen. Der von SCHISCHMANOW (WUNDT's *Philos. Studien* V, S. 571) behauptete Gegensatz zwischen STUMPF und MACH besteht gar nicht. SCHISCHMANOW hat wohl Recht, wenn er sagt, STUMPF nehme an, dafs von zwei nahezu gleich hohen Tönen der stärkere leicht für den höheren gehalten werde. Aber hier handelt es sich nicht darum, wie bei verschiedener Stärke ein Ton von beliebiger Klangfarbe beurtheilt, sondern in welcher Höhe ein einfacher (physikalischer) Ton empfunden wird.

[2] S. oben S. 67.

zwar für zwei Gabeln des bei den Versuchen zu verändernden Tones, so bleibt die Aufgabe, an der veränderlichen Gabel die Einstellungen der Schraube zu bestimmen, die den gewünschten Abweichungen von der normalen Tonhöhe entsprechen. Da Gabeln selbst bei kleinsten Differenzen sich nicht wie Zungen an einander anpassen, so kann man die Differenzen der Schwingungszahlen in diesem Falle leicht durch Zählen der Schwebungen feststellen, wenn die Gabeln nur genügend lange tönen, um das Zählen einer hinreichend grofsen Zahl von Schwebungen zu gestatten. Doch mufs man ja ohnedies zu derartigen Versuchen Gabeln benutzen, deren Dämpfung so gering wie möglich ist.

Man kann jedoch bei der Benutzung von Schrauben zur Verstimmung auch so geringe Höhenunterschiede recht genau abmessen, bei denen die Schwebungen gar zu langsam sind, als dafs man eine gröfsere Zahl davon abzählen könnte, Differenzen von einer halben Schwingung und darunter. Man braucht nur zu untersuchen, nach welchem Gesetze sich die Tonhöhe der Gabel mit der Drehung der Schraube ändert. Dann kann man auch für ganz minimale Tonhöhenunterschiede die entsprechende Einstellung der Schraube finden.

2. Versuchspersonen. Es waren aufser Prof. Stumpf zwei Damen, Frl. Hutzelmann und Frl. Kohlrausch, und vier Herren, Horneffer, Lange, Laurischkus und Dr. Loewenfeld, die mit gröfster Bereitwilligkeit und aufserordentlicher Ausdauer als Beobachter fungirten. Diese Versuchspersonen sind sämmtlich hervorragend musikalisch, für Gesang oder für Instrumente oder für beides künstlerisch ausgebildet, zum Theil Zöglinge der Hochschule für Musik oder Studirende der Musikwissenschaft. Auch in den Ergebnissen zeigte sich eine genügende Gleichförmigkeit ohne hervorstechende individuelle Besonderheiten, wenn auch kleinere graduelle Unterschiede in der Sicherheit des Urtheils hie und da zu bemerken waren. Dadurch erscheint es gerechtfertigt, wenn wir nachher die Urtheile aller aufser Stumpf zusammenrechnen, wodurch allein eine hinreichende Anzahl von Urtheilen gewonnen werden kann, ohne an die Zeit und Geduld der Theilnehmer unmögliche Ansprüche zu stellen und die Gefahr der Uebermüdung herbeizuführen. Bei Stumpf wurde jedoch eine solche Anzahl von Urtheilen gewonnen, die für sich allein schon deutliche Regelmäfsigkeiten erkennen läfst und so eine Vergleichung mit den Collectivurtheilen ermöglicht; ähn-

lich wie bei den früheren Versuchen über Unterschiedsempfindlichkeit.[1]

3. Verlauf der Versuche. Der vorher festgestellte Plan der Untersuchung erfuhr während der Versuche einige Abänderungen. Z. B. wurden zunächst die Verstimmungen der Intervalle nach beiden Seiten hin gleich grofs und gleich zahlreich genommen. Bei der ersten Versuchsreihe stellte sich jedoch bereits heraus, dafs dies nicht durchführbar war. Die Beobachter fanden es auffallend, dafs fast gar keine zu grofsen Intervalle vorgekommen seien. Wäre nun der objectiven Vergröfserung der Intervalle nicht das Uebergewicht über die Verkleinerung gegeben worden, so wären die Beobachter doch öfters in Versuchung geführt worden, ein Intervall für zu grofs zu erklären, das ihnen gar nicht deutlich zu grofs erschien, da sie nun doch einmal die unvermeidliche Voraussetzung mitbringen, dafs ungefähr gleich viel Intervalle von der einen und anderen Art vorkommen werden; und es hätte dann die merkwürdige Thatsache, dafs die subjectiv reinen Intervalle gröfser als die in natürlicher Stimmung sind, nicht mit so grofser Bestimmtheit festgestellt werden können. Selbst bei der thatsächlich zur Anwendung gebrachten Vertheilung der verschiedenen Intervallgröfsen wiederholten sich die obigen Bemerkungen der Beobachter noch öfters. Die Neigung, die Intervalle gröfser als in natürlicher Stimmung zu nehmen, könnte also vielleicht noch gröfser sein, als aus den Tabellen zu erschliefsen ist.

Dafs nicht bei allen Intervallen ganz genau gleiche Verstimmungen benutzt wurden, erklärt sich daraus, dafs der leichteren Einstellbarkeit der Stimmschraube wegen stets nur Veränderungen um ein Vielfaches von halben Schraubenwindungen vorgenommen wurden. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse bei verschiedenen Intervallen wird wenig durch die kleinen Abweichungen der Schwingungszahldifferenzen beeinträchtigt. In jeder Beziehung gleichartig bei allen Intervallen konnten die Abweichungen von der objectiven Reinheit ohne-

[1] S. oben S. 70f. Der Uebelstand, dafs die beiden Töne in Folge der Reflexion an den Wänden für verschiedene Beobachter nicht genau die gleiche Stärke haben (*das.* S. 72), verursachte auch hier manchen Aufenthalt, da der Versuch, wenn einer sich durch ungleiche Stärke gestört fand, für ihn modificirt wiederholt wurde. Ganz ist aber der Uebelstand allerdings nicht zu beseitigen.

dies nicht genommen werden, weil, wie sich alsbald herausstellte, die subjectiven Urtheilsbedingungen bei den verschiedenen Intervallen verschieden sind.

Es wurde darauf gehalten, dafs die Beobachter nicht ein vorher eingeprägtes Intervall als Maafsstab benutzten. Auch wurden zwischen den einzelnen Verstimmungen Pausen gemacht, um die Beeinflussung des Urtheils durch Vergleich des vorliegenden mit dem vorhergegangenen Intervall möglichst zu verringern. Die Aufeinanderfolge der einzelnen verstimmten Intervalle wurde möglichst so gestaltet, dafs ein Ausgleich dieser Beeinflussung zu erwarten war.

Die Einzelversuche wurden folgendermaafsen vorgenommen. Nach Erregung der Aufmerksamkeit der Beobachter durch ein Zeichen wurde der eine Hammer ausgelöst, die Gabel nach etwa drei Secunden langem Tönen gedämpft und dann nach etwa einer Secunde Pause die zweite Gabel zum Tönen gebracht und schliefslich auch diese gedämpft. Die Zwischenpause wurde so grofs gewählt, wie es den Beobachtern am angenehmsten war. Auf diese Weise wurde jeder Einzelversuch dreimal, und wenn einer der Beobachter es wünschte, noch öfter wiederholt, damit von keinem bei zufällig gerade verringerter Aufmerksamkeit ein Urtheil abgegeben würde. Dann folgte eine gröfsere Pause, in der die Neueinstellung der veränderlichen Gabel geschah. Nach Ablauf einer Stunde wurden die Versuche abgebrochen, jedoch zum Schlusse noch in der Regel die drei bis vier ersten Versuche der Reihe wiederholt, da bei diesen die Urtheilssicherheit gewöhnlich sehr gering war.

Die Einrichtung der Versuche bei gleichzeitigem Erklingen der beiden Töne war ganz entsprechend der bei Aufeinanderfolge. Es ist selbstverständlich, dafs ich mich bemühte, beide Gabeln möglichst gleichzeitig durch Auslösung der Hämmer anzuschlagen und zu dämpfen. Dies gelang auch so gut, dafs weder ich selbst noch einer der Beobachter den einen der beiden Töne etwas vor oder nach dem Zusammenklange für sich allein wahrnehmen konnte. In der That gehört eine derartige Ungeschicklichkeit bei den erforderlichen Manipulationen dazu, um den einen der beiden Töne vor oder nach dem Zusammenklange für sich allein wahrnehmbar werden zu lassen, dafs es jeder Experimentator als Beleidigung empfinden müfste, wenn ihn jemand einer solchen beschuldigen wollte. Kam ausnahmsweise

durch Abgleiten des Fingers vom Auslösungshebel etwas Derartiges vor, so wurde ein anderer Fall an die Stelle gesetzt.

Bei diesen Versuchen mit gleichzeitigen Tönen mufsten die Töne so schwach genommen werden, dafs die Differenztöne nicht die Aufmerksamkeit auf sich lenkten oder, wenn sie bemerkt wurden, wenigstens so undeutlich waren, dafs eine genaue Beurtheilung ihrer Tonhöhe nicht leicht möglich war. (Vgl. auch unten S. 152.)

Bei der Octave entsteht zwar kein Differenzton; doch liegt bei diesem Intervall der Uebelstand vor, dafs man die beiden Töne bei Abweichung von der natürlichen Stimmung schweben hört, wodurch das Urtheil beeinflufst werden kann. Ich habe deshalb in diesem Falle den schwebungsfreien Zusammenklang in objectiv reiner Stimmung gar nicht angewandt und aufserdem in Abweichung von den übrigen Fällen die Verstimmungen nach beiden Seiten hin ungefähr gleich grofs gemacht, um zu verhindern, dafs ein Beobachter, der bei einer bestimmten Frequenz der Schwebungen einmal deutlich z. B. eine Vergröfserung des Intervalls bemerkte, nun ein anderes Mal bei gleicher Frequenz das Urtheil blos auf Grund dieses äufserlichen Kriteriums wiederholte. Indessen waren die Schwebungen nicht so deutlich, dafs sie etwa regelmäfsig bemerkt wurden. (Vgl. auch hierzu S. 152.)

Mit Zungentönen konnten Versuche im Zusammenklang nicht angestellt werden, da die Störungen durch Schwebungen und Differenztöne hier doch zu stark werden können.

Zu erwähnen ist noch, dafs bei den Versuchen mit Zusammenklängen bei der Terz und Octave beide Töne veränderlich waren, um zu verhüten, dafs die Beobachter in Folge der Gröfse der angewandten Verstimmung das absolute Höhenurtheil für die Beurtheilung der Intervallgröfse zu Hülfe nahmen. (Näheres s. 6. Cap.). Im Uebrigen war nur Ein Ton veränderlich und zwar in der Regel der zweite. Nur bei der absteigenden Quinte und Octave war der erste Ton der veränderliche, worauf die Beobachter vorher aufmerksam gemacht wurden. Diese Veränderlichkeit des ersten Tones hätte freilich besser vermieden werden sollen. Doch scheint sie keinen wesentlichen Einflufs auf das Ergebnifs ausgeübt zu haben, da diejenigen Urtheile von Stumpf bei der absteigenden Quinte, bei denen der zweite Ton veränderlich war, von den früheren, bei denen es der erste war, sich nicht bemerkbar unterschieden.

Die Versuche wurden nicht in der Reihenfolge angestellt, wie sie unten in den Tabellen erscheinen. Nur im Allgemeinen kamen die mit der Terz zuerst, die mit der Octave zuletzt; aber nicht so, dafs zuerst ein Intervall ganz absolvirt wurde, dann ein anderes, oder dafs zuerst die Intervalle in aufsteigender, dann in absteigender Bewegung u. s. f. vorgenommen wurden. Vielmehr wurden die Versuche der einen Art öfters durch solche der anderen Art unterbrochen. Dadurch ist einer bestimmten Einwirkung eines Intervalls auf ein anderes oder einer Versuchsanordnung auf die andere möglichst vorgebeugt. Auch war die Zusammenstellung der Beobachter nicht immer dieselbe, manchmal war dieser, manchmal jener verhindert. Bei Collectivversuchen mit annähernd gleichmäfsiger Beschaffenheit der Beobachter hat dies keinen wesentlichen Nachtheil, kann aber wiederum beitragen, die Einwirkung einer Versuchsreihe auf die folgende (wie sie oben im 2. Cap. vermuthet wurde) zu paralysiren. Dazu kommt noch, dafs die Versuche zeitlich viel weiter — meist durch halbe oder ganze Wochen — von einander getrennt waren.

4. Das Ergebnifs der Versuche. In den folgenden Tabellen ist das Ergebnifs zusammengestellt. k. bedeutet, dafs das Intervall für zu klein, g., dafs es für zu grofs, r., dafs es für rein erklärt worden ist. Ganz selten vorkommende Urtheile, die nicht auf Reinheit, sondern auf eine der Richtung nach unerkannt gebliebene Abweichung von der Reinheit lauteten, sind den Reinheitsurtheilen zugezählt worden.

Aufsteigende Intervalle von Stimmgabeltönen.

	Wirkliche Zahlen						Verstimmungen	Procentzahlen					
	Collectivversuche			Stumpf				Collectivversuche			Stumpf		
	k.	g.	r.	k.	g.	r.		k.	g.	r.	k.	g.	r.
I. Grofse Terz 480 : 600, 600 veränderlich	58	3	9	—	—	—	— 1,58	83	4	13	—	—	—
	48	5	12	29	0	4	— 0,78	74	8	18	88	0	12
	21	16	28	22	0	11	0,00	32	25	43	67	0	33
	13	24	28	—	—	—	+ 0,75	20	37	43	—	—	—
	12	42	31	3	17	13	+ 1,47	14	49	37	9	52	39
	6	47	12	0	27	6	+ 2,18	9	72	19	0	82	18

(Aufsteigende Intervalle von Stimmgabeltönen.)

	Wirkliche Zahlen						Verstimmungen	Procentzahlen					
	Collectivversuche			Stumpf				Collectivversuche			Stumpf		
	k.	g.	r.	k.	g.	r.		k.	g.	r	k.	g.	r.
II. Quinte 400 : 600, 600 veränderlich	37	8	13	25	1	7	— 0,85	64	14	22	76	3	21
	30	12	19	18	2	13	0,00	49	20	31	55	6	39
	15	20	26	8	3	22	+ 0,90	25	33	42	24	9	67
	15	20	20	4	12	17	+ 1,34	27	36	37	12	36	52
III. Octave 300 : 600, 600 veränderlich	38	5	16	29	0	4	— 0,46	64	9	27	88	0	12
	27	11	11	26	0	7	0,00	55	22	23	79	0	21
	17	20	22	14	1	18	+ 0,77	29	34	37	42	3	55
	18	22	16	9	0	24	+ 1,49	32	39	29	27	0	73

Absteigende Intervalle von Stimmgabeltönen.

	Wirkliche Zahlen						Verstimmungen	Procentzahlen					
	Collectivversuche			Stumpf				Collectivversuche			Stumpf		
	k.	g.	r.	k.	g.	r.		k.	g.	r.	k.	g.	r.
IV. Grofse Terz 750 : 600, 600 veränderl.	58	19	11	21	0	12	+ 1,49	66	22	12	64	0	36
	33	18	35	5	5	23	0,00	38	21	41	15	15	70
	7	21	28	0	19	14	— 1,61	12	38	50	0	58	42
	10	41	37	0	27	6	— 2,18	11	47	42	0	82	18
V. Quinte 600 : 400, 600 veränderlich, bei Stumpf in der zweiten Hälfte der Versuche 400 veränderlich	30	12	14	18	6	9	— 0,85	54	21	25	55	18	27
	21	10	25	7	6	20	0,00	38	18	44	21	18	61
	19	15	22	4	15	14	+ 0,90	34	29	37	12	46	42
	14	29	13	2	21	10	+ 1,34	25	52	23	6	64	30
VI. Octave 600 : 300, 600 veränderl.	26	18	9				— 0,46	49	34	17			
	25	10	19				0,00	46	19	35			
	10	30	15				+ 0,77	18	55	27			
	7	32	14				+ 1,49	13	60	27			

In Tab. IV bedeuten die +-Verstimmungen eine Verkleinerung des Intervalls, da der tiefere Ton der veränderliche ist. Die Verstimmungen sind überall von Verkleinerungen zu Vergröfserungen übergehend geordnet.

Zusammenklänge von Stimmgabeltönen.

	Wirkliche Zahlen						Verstimmungen	Procentzahlen					
	Collectivversuche			Stumpf				Collectivversuche			Stumpf		
	k.	g.	r.	k.	g.	r.		k.	g.	r.	k.	g.	r.
VII. Grofse Terz 480 : 600, Beide Töne veränderlich	26	16	14	27	2	4	— 4	46	29	25	82	6	12
	22	11	17	—	—	—	— 3	44	22	34	—	—	—
	30	28	63	—	—	—	0	25	23	52	—	—	—
	9	33	24	—	—	—	+ 3	14	50	36	—	—	—
	11	32	18	2	20	11	+ 4	18	52	30	6	61	33
	10	49	11	—	—	—	+ 5	14	70	16	—	—	—
	2	51	7	—	—	—	+ 7	3	85	12	—	—	—
VIII. Quinte 400 : 600, 600 veränderl.	32	7	14	23	1	9	— 0,95	60	13	27	70	3	27
	25	11	18	13	9	11	0,00	46	20	34	40	27	33
	13	18	23	7	11	15	+ 1,24	24	33	43	21	33	46
	13	24	18	7	12	14	+ 1,92	23	44	33	21	36	43
IX. Octave 300 : 600, Beide Töne veränderlich	14	7	3	30	2	1	— 3,10	58	29	13	91	6	3
	8	5	8	19	8	6	— 2,18	38	24	38	58	24	18
	5	7	9	2	8	23	+ 1,93	24	33	43	6	24	70
	6	14	4	0	13	20	+ 2,95	25	58	17	0	39	61

Aufsteigende Intervalle von Zungentönen.

	Wirkliche Zahlen						Verstimmungen	Procentzahlen					
	Collectivversuche			Stumpf				Collectivversuche			Stumpf		
	k.	g.	r.	k.	g.	r.		k.	g.	r.	k.	g.	r.
X. Grofse Terz 480 : 600, 600 veränderl.	57	4	13				— 1,2	77	5	18			
	16	20	42				0,0	21	26	53			
	3	49	24				+ 1,4	4	64	32			
	13	37	10				+ 2,0	22	62	16			
XI. Quinte 400 : 600, 600 veränderl.	19	17	16	19	2	12	— 0,8	37	33	30	58	6	36
	24	17	15	14	6	13	0,0	43	30	27	43	18	39
	10	32	12	4	22	7	+ 0,8	19	59	22	12	67	21
	17	27	10	7	19	7	+ 1,3	31	50	19	21	58	21
XII. Octave 300 : 600, 600 veränderlich	23	8	10	31	0	2	— 0,5	56	20	24	94	0	6
	14	8	9	—	—	—	0,0	45	26	29	—	—	—
	22	15	10	12	2	19	+ 0,8	47	32	21	36	6	58
	14	14	15	17	1	15	+ 1,6	33	33	34	52	3	45
	12	27	4	0	22	11	+ 3,2	28	63	9	0	67	33

Viertes Capitel.

Bemerkenswerthe Regelmäfsigkeiten in den letzten Ergebnissen.

(C. Stumpf und M. Meyer.)

Handelt es sich nun darum, aus den vorstehenden Versuchsergebnissen Schlüsse zu ziehen, so ist zunächst zu beachten, dafs nach der Einrichtung der Tabellen die Zahlen in der Rubrik k. absteigen, in der Rubrik g. aufsteigen, in der Rubrik r. zuerst aufsteigen und dann wieder absteigen müssen. In Wirklichkeit ist bei derartigen Versuchen natürlich nur eine mehr oder weniger grofse Annäherung der Zahlen an ein solches ideales Verhalten zu erwarten. Je regelmäfsiger das An- und Absteigen der Zahlen ist, um so gröfser ist die subjective Zuverlässigkeit des Beobachters. Die Tabellen Stumpf's stehen in dieser Hinsicht den Collectivtabellen voran, obwohl die Gesammtzahl seiner Urtheile nur etwa die Hälfte beträgt. Doch zeigen auch die Collectivtabellen meistens eine schöne Regelmäfsigkeit, und wir werden sogleich sehen, dafs auch der Gang der Zahlen im Einzelnen und das, was sich daraus schliefsen läfst, in der Hauptsache identisch ist. Es liegt hierin zugleich wieder ein Beweis für die Brauchbarkeit von Collectivversuchen, wenn sie mit der nöthigen Sorgfalt betreffs der Auswahl der Versuchspersonen und der Einrichtung der Versuchsumstände angestellt werden.

Wir vergleichen zuerst die aufsteigenden Intervalle unter einander, dann die aufsteigenden mit den absteigenden sowie diese unter sich, dann die Intervalle aufeinanderfolgender (speciell aufsteigender) Töne mit Intervallen gleichzeitiger Töne; und zwar halten wir uns in diesen drei Abschnitten an die Versuche mit einfachen Tönen. In einem vierten Abschnitt vergleichen wir die Ergebnisse bei einfachen Klängen mit denen bei obertonreichen. Ein letzter Abschnitt endlich behandelt das Gesetz, wonach mit der Consonanz eines Intervalls zugleich die Empfindlichkeit für seine Verstimmung abnehmen soll. Dafs wir mit der Schematisirung im Folgenden so ins Einzelne gehen, ist durch die Nothwendigkeit vielfacher Rückverweisungen und Vergleichungen der einzelnen Positionen bedingt. Die vorkommenden Zahlen beziehen sich stets auf die Rubriken der Procentzahlen.

§ 1. Vergleichung der aufsteigenden Intervalle unter einander.

Hier kommen, da wir zunächst nur die Stimmgabelversuche heranziehen, die Tabellen I, II und III in Betracht. Wir discutiren zuerst die Collectivurtheile, dann die STUMPF's.

A. Die Collectivversuche zeigen hier durchgängig

1. eine Neigung zur Vergröfserung des Intervalls. Es wird eher ein etwas zu grofses als ein reines oder gar ein zu kleines Intervall für rein erklärt. Denn:

a) Das Maximum der Reinheitsurtheile liegt überall auf der Plusseite.

b) Wenn wir möglichst gleich grofse positive und negative Verstimmungen vergleichen, findet sich überall bei den negativen eine erheblich gröfsere Anzahl richtiger Fälle.

Tab. I:	Bei	— 0,78 : 74	k.-Urtheile,	dagegen	bei	+ 0,75 nur	37 g.-Urtheile
„ II:	„	— 0,85 : 64	„	„	„	+ 0,90 „	33 „
„ III:	„	— 0,46 : 64	„	„	„	+ 0,77 „	34 „

Im letzten Fall ist die positive Abweichung etwas gröfser als die negative, aber eben darum der Beweis um so stärker.

c) Auch eine starke Vergröfserung wird nicht so sicher als solche erkannt wie eine bedeutend geringere Verkleinerung des Intervalls:

α) Bei der grofsen Terz, wo die Zahlen sehr schön und regelmäfsig verlaufen, wird z. B. + 2,18 in 72 Fällen erkannt, — 1,58 in 83 Fällen. Die Verkleinerung — 1,58 wird nur viermal als Vergröfserung geschätzt, die viel beträchtlichere Vergröfserung + 2,18 dagegen immer noch neunmal als Verkleinerung u. s. w.

β) Bei der Quinte wird die Verkleinerung — 0,85 in 64 Fällen erkannt, die bedeutendere Vergröfserung + 1,34 nur in 36 Fällen.

γ) Bei der Octave wird die Verkleinerung — 0,46 in 64 Fällen, die viel bedeutendere Vergröfserung + 1,49 nur in 39 Fällen erkannt.

2. Aus den letzten Beispielen unter *α*), *β*), *γ*) geht ferner zugleich hervor, dafs von der Terz zur Quinte und von dieser zur Octave die Neigung zur Vergröfserung des Intervalls wächst; vorausgesetzt, dafs man den absoluten Betrag

der Vergröfserung als Maafsstab nimmt, nicht etwa das Verhältnifs dieses Betrages zur Differenz der Schwingungszahlen der beiden Intervalltöne.

Das objectiv reine Intervall giebt

	k.-Urtheile	r.-Urtheile
bei der Terz:	32	43
„ „ Quinte:	49	31
„ „ Octave:	55	23

Auf das objectiv reine Intervall fallen also immer mehr Verkleinerungs- und immer weniger Reinheitsurtheile.

B. In den Tabellen Stumpf's sind die nämlichen Züge sichtbar, aber noch deutlicher.

1. Die Neigung zur Vergröfserung der Intervalle im Allgemeinen.

a) Auch hier liegt das Maximum der Reinheitsurtheile überall auf der Plusseite; bei der Octave sogar bei der gröfsten überhaupt hier angewandten Verstimmung.

b) Bei der Terz haben wir hier keine genügend gleichen Verstimmungen auf beiden Seiten, um die Vergleichung zu ermöglichen. Aber hier ist uns dieser Zug aus den früheren Untersuchungen (1. und 2. Capitel) genugsam bekannt. Bei den zwei anderen Intervallen finden sich wiederum bei gleich grofsen Verstimmungen weit mehr richtige Urtheile für die Verkleinerung der Intervalle:

für die Quinte bei — 0,85 : 76 k.-Urtheile, bei + 0,90 nur 9 g.-Urtheile
„ „ Octave „ — 0,46 : 88 „ „ + 0,77 „ 3 „ [1]

c) Wiederum wird auch von Stumpf eine starke Vergröfserung der Intervalle nicht so oft als solche erkannt als eine weit geringere Verkleinerung.

α) Bei der Terz: — 0,78 in 88 Fällen; + 1,47 nur in 52 Fällen
β) „ „ Quinte: — 0,85 „ 76 „ ; + 1,34 „ „ 36 „
γ) „ „ Octave: — 0,46 „ 88 „ ; + 1,49 in keinem Falle.

Die Neigung zur Vergröfserung ist also bei Stumpf noch bedeutend stärker ausgeprägt als in den Collectivtabellen.

2. Auch hier wiederum zeigen die letzten Beispiele zugleich, dafs diese Neigung von der Terz zur Quinte und von da zur

[1] d. h. in Procenten; in Wirklichkeit überhaupt nur ein einziges g.-Urtheil bei sämmtlichen Verstimmungen des Intervalls.

Octave zunimmt. Dasselbe ergiebt sich für Terz und Octave, wenn wir die Urtheile über objectiv reine Intervalle vergleichen. Die Quinte bildet für diesen Fall allerdings eine Ausnahme, indem sie doch etwas häufiger als die Terz für rein erklärt wird, was mit dem Stimmen der Violine, STUMPF's Hauptinstrument, zusammenhängen mag.

Das objectiv reine Intervall giebt

	k.-Urtheile	r.-Urtheile
bei der Terz:	67	33
„ „ Quinte:	55	39
„ „ Octave:	79	21

Die Differenzen zwischen den drei Intervallen sind hier überhaupt nicht so grofs wie bei den Collectivversuchen, aber die Zahlen der k.-Urtheile selbst erheblich gröfser, was wiederum auf besonders starke Neigung zur Vergröfserung der Intervalle hinweist.

Sehr deutlich geht die Zunahme dieser Neigung mit der Consonanz des Intervalls auch bei STUMPF aus folgender Vergleichung hervor.

	Verstimmung	Reinheitsurtheile
Terz:	+ 1,47	39
Quinte:	+ 1,34	52
Octave:	+ 1,49	73

Also bei ungefähr gleicher Vergröfserung wird die Octave doch noch am häufigsten für rein gehalten. Sie verträgt die Vergröfserung am besten. Dies entspricht auch dem subjectiven Eindrucke STUMPF's schon bei wenigen Versuchen, und ebenso urtheilte darüber Dr. BIEDERMANN bei gelegentlichen Beobachtungen. Beide waren geradezu erstaunt, dafs 300 und 600, mit Stimmgabeln nach einander angegeben, eine reine Octave darstellen sollten. BIEDERMANN erklärte nach einer Versuchsreihe, der er beiwohnte, dafs er alle vorgekommenen Octaven (darunter objectiv viel zu grofse) für zu klein halte, theilweise schienen sie ihm fast den Eindruck von Septimen zu machen.

Da dieses Ergebnifs gerade hinsichtlich der Octave Vielen verwunderlich erscheinen dürfte und zugleich von entscheidender Wichtigkeit ist, hat einer von uns (STUMPF) nachträglich noch zwei kleine Versuchsreihen mit 18 Lehrern der K. Hochschule für Musik angestellt, den Herren BARTH, DETTMANN, HAERTEL, HALIR, HAUSMANN, JOACHIM, KAHN, KREBS, LEHMANN, MARKEES,

Moser, Petersen, Rudorff, Adolf Schulze, Johannes Schulze, Stange, Wirth, Wolf. Es war also auch das Joachim'sche Quartett vollzählig dabei. Das Ergebnifs war folgendes:

Aufsteigende Octave aus Stimmgabeltönen (300:600).

Wirkliche Urtheilszahlen k.	g.	r.	Verstimmungen des höheren Tons	Procentzahlen k.	g.	r.
32	2	5	— 2 Schwing.	82	5	13
40	4	15	0	68	7	25
32	3	26	+ 2 Schwing.	52	5	43

Diese Zahlen sprechen womöglich noch entschiedener für die Bevorzugung von Vergröfserungen. Die reine Octave wurde in 68 % als zu klein, dagegen nur 7 mal als zu grofs, die um 2 Schwingungen erhöhte Octave 52 mal noch als zu klein, 43 mal als rein betrachtet. Einige der Herren gaben überhaupt stets das Urtheil „zu klein" ab. Es scheint, dafs bei Violinisten diese Neigung besonders ausgebildet ist.

§ 2. Vergleichung aufsteigender mit absteigenden Intervallen und letzterer unter einander.

Hier kommen, da wir uns wieder zunächst nur an die Gabeltöne halten, die Tabellen I, II, III mit IV, V, VI in Vergleichung.

Man kann nicht sagen, dafs aufsteigende oder absteigende Intervalle besser beurtheilt würden. Die Tabellen sind ungefähr von gleicher Regelmäfsigkeit und die Maxima der Zahlen in den bezüglichen Rubriken ungefähr gleich, so weit gleiche Verstimmungen vorliegen. (Bei der Quinte und der Octave ist dies durchgängig der Fall.) Auch findet sich bei den absteigenden Intervallen im Ganzen derselbe Grundzug, doch ist er hier viel weniger ausgeprägt, so dafs er zuweilen gänzlich verschwindet. Es zeigt sich nämlich die Neigung zur Vergröfserung auch des absteigenden Intervalls oder die stärkere Empfindlichkeit gegen Verkleinerung

a) bei der Terz (Tabelle IV) in den Collectivversuchen:

Vergröfserung um 1,61 wird 38 mal erkannt, 50 mal für rein erklärt
Verkleinerung „ 1,49 „ 66 „ „ , 12 „ „ „ „

Ein ähnliches Verhalten zeigt auch Stumpf bei denselben Verstimmungen, obschon der Unterschied diesmal weniger ausgeprägt ist.

b) Auch bei der Quinte (Tabelle V) zeigt sich der erwähnte Zug in den Collectivversuchen:

Vergröfserung um 0,90 wird 29 mal erkannt, 37 mal für rein erklärt
Verkleinerung „ 0,85 „ 54 „ „ , 25 „ „ „ „

Aehnlich bei Stumpf.

c) Bei der Octave (Tabelle VI) sind die Verhältnisse nicht deutlich zu erkennen. Das Urtheil stellte sich hier nach eigener Aussage der Beobachter besonders schwer fest, was auch in der Tabelle durch die starke Unregelmäfsigkeit zum Ausdruck kommt, dafs die g.-Urtheile nicht beständig wachsen, sondern von 34 auf 19 herabsinken und dann wieder auf 55 steigen. Auch bei der absteigenden Quinte war das Urtheil bereits schwerer als bei der Terz. Da hiernach auch bei Stumpf kaum entscheidende Resultate für die Octave zu erhoffen waren, wenn nicht die Anzahl der Urtheile ganz bedeutend über das gewöhnliche Maafs gesteigert werden sollte, so wurde von der Durchführung der Tabelle bei ihm Abstand genommen.

§ 3. Vergleichung von Intervallen aufeinanderfolgender Töne mit Intervallen gleichzeitiger Töne und solcher unter einander.

Wir benutzen zur Vergleichung die aufsteigenden Intervalle, da das Urtheil sich bei ihnen am zuverlässigsten gezeigt hat. Es wird also Tabelle I, II, III mit VII, VIII, IX in Vergleich gebracht.

1. Es zeigt sich, dafs die Intervalle gleichzeitiger Töne viel schlechter beurtheilt werden.

a) Dies lehrt vor allem ein Blick auf Tabelle VII. Um z. B. eine Vergröfserung der Terz noch in etwa 70 Fällen zu erkennen, sind bei Aufeinanderfolge 2,18 Schwingungen Verstimmung nöthig, bei Gleichzeitigkeit 5 Schwingungen; u. s. w.

Für Stumpf ist beispielsweise eine Verkleinerung der Terz um nur 0,78 erforderlich, um bei Aufeinanderfolge 88 richtige Urtheile zu erzielen, während bei Gleichzeitigkeit nicht ganz so viele (82) erst durch eine Verkleinerung um 4 Schwingungen geliefert werden. Der Unterschied ist so grofs und geht mit

solcher Sicherheit schon aus den Collectivversuchen hervor, dafs wir uns bei Stumpf mit den beiden Verstimmungen ± 4 für die gleichzeitigen Terzen begnügten.

b) Bei der Quinte allerdings ist dieser Unterschied fast ganz unerkennbar geblieben. Man kann ihn nur dann herauslesen, wenn man auf kleinere Zahlenunterschiede Gewicht legen will.

c) Bei der Octave hingegen ist die schlechtere Beurtheilung bei Gleichzeitigkeit wieder deutlich zu erkennen. Stumpf liefert 88 richtige Urtheile bei — 0,46, wenn die Töne auf einander folgen; ungefähr ebenso viele (91) aber erst bei — 3,1, wenn sie gleichzeitig sind. Und so überall. Die Zahlen stehen etwa in demselben Verhältnifs wie die analogen Zahlen Stumpf's bei der Terz.

2. Eine Neigung zur Vergröfserung der Intervalle findet sich auch bei Gleichzeitigkeit der Töne, und zwar wiederum im Allgemeinen zunehmend mit der Consonanz des Intervalls.

a) Für die Terz finden wir bei Stumpf 82 richtige Urtheile bei Verkleinerung um 4 Schwingungen und nur 61 richtige Urtheile bei einer gleichen Vergröfserung; 12 Reinheitsurtheile im ersteren Fall gegen 33 im letzteren. In den Collectivurtheilen tritt die Neigung zur Vergröfserung hier nicht hervor.

b) Bei der Quinte ist dieser Zug sehr stark ausgeprägt. Man vergleiche z. B. das Verhalten der Reinheitsurtheile. Sie erreichen sowohl in den Collectivurtheilen als bei Stumpf ihre gröfsten Zahlen bei + 1,24. Bei Stumpf haben sie sogar noch bei + 1,92 nahezu denselben Stand. Oder man vergleiche bei den Collectivurtheilen die 60 richtigen Fälle für — 0,95 mit den 44 für + 1,92. Ebenso bei Stumpf für die gleichen Verstimmungen die 70 richtigen Fälle mit den 36. Man ist also auch hier gegen Verkleinerung empfindlicher und geneigt, ein etwas zu grofses Intervall für rein zu nehmen.

c) Bei der Octave zeigen die Collectivurtheile nichts von solcher Neigung. Sie sind freilich überhaupt schlecht. Auch sind die wirklichen Zahlen hier im Ganzen sehr klein, da die Zeit für die Versuche aus zufälligen Gründen beschränkt war. Bei Stumpf dagegen ist der Unterschied zwischen Vergröfserung und Verkleinerung wieder sehr deutlich. Man vergleiche die 91 k.-Urtheile und die 3 r.-Urtheile bei — 3,10 mit den 39 g.-Urtheilen

und den 61 r.-Urtheilen bei + 2,95. Ebenso das bedeutende Maximum von Reinheitsurtheilen bei + 1,93.

§ 4. Vergleichung von Intervallen aus obertonreichen mit solchen aus einfachen Tönen.

1. Aus der Vergleichung der Tabellen I, II, III mit X, XI, XII ersieht man leicht, dafs Intervalle obertonreicher Töne im Allgemeinen weniger gut beurtheilt werden als solche einfacher Töne. Die drei letzten Tabellen sind auffallend weniger regelmäfsig. Ueberall, auch bei Stumpf, finden sich Abweichungen vom normalen Gange der Zahlen. Offenbar wirken die Verschiedenheiten der Klangfarbe, wenn sie auch relativ gering sind, doch schon störend genug, falls man nicht durch besondere Uebung sich davon emancipiren gelernt hat. Dies wurde auch von allen Beobachtern bemerkt.

Die früheren Tabellen Stumpf's für die kleine und grofse Terz im 1. und 2. Capitel zeigen allerdings die nämliche Regelmäfsigkeit, wie wir sie bei der grofsen Terz mit einfachen Tönen finden; aber es wurde dort eine weit gröfsere Zahl von Versuchen gemacht, und aufserdem fallen dort innerhalb einer der unterschiedenen Zonen immer schon mehrere Zungen, deren Unterschiede in der Klangfarbe sich ihrer Wirkung nach ausgleichen konnten. Hingegen bei den Quinten und Octaven mit Zungentönen in den gegenwärtigen Versuchsreihen sind die Tabellen Stumpf's keineswegs frei von Unregelmäfsigkeiten.

2. Wegen der Unregelmäfsigkeit der Tabellen lassen sich constante Züge des Intervallurtheils aus X, XI und XII weniger leicht herauslesen. Zeigt sich etwas Auffallendes in dieser Beziehung, so kann es zunächst als eine zufällige Abnormität neben den übrigen Unregelmäfsigkeiten gedeutet werden. Immerhin ist die Neigung zur Vergröfserung auch hier nicht zu verkennen, und bei der Octave tritt sie mit vollkommener Deutlichkeit hervor. Die geringe Verkleinerung 0,5 wird in 56 und von Stumpf sogar in 94 Fällen als solche beurtheilt; die Vergröfserung 1,6 dagegen wird nur in 33 und von Stumpf sogar nur in 3 Fällen (in 3%, d. h. thatsächlich ein einziges Mal) als Vergröfserung beurtheilt. Auch dafs bei Stumpf die Verkleinerung 0,5 nur 6 Reinheitsurtheile liefert, die wenig davon verschiedene Vergröfserung 0,8

dagegen 58 und selbst die Vergröfserung 3,2 noch 33, ist bezeichnend genug.

Als nach Beendigung der Collectivversuche mit der aufsteigenden Zungenoctave die Beobachter eine physikalisch reine Octave zu hören wünschten, um wenigstens nachträglich orientirt zu werden, waren sie alle darüber erstaunt und erklärten sie einstimmig für viel zu klein.

§ 5. Ueber die angeblich gröfsere Empfindlichkeit des Gehörs bei vollkommeneren Konsonanzen.

Dafs die Empfindlichkeit gegen Verstimmung um so gröfser sei, je vollkommener die Consonanz eines Intervalls ist, ist eine bisher so gut wie allgemein angenommene Regel. Unsere Ergebnisse nun kann man von zwei Gesichtspunkten aus zur Entscheidung über die Richtigkeit oder Ungültigkeit dieser Regel heranziehen.

Wie sich in den vorangehenden Paragraphen gezeigt hat, wächst die Neigung, ein Intervall zu vergröfsern, von der Terz zur Quinte und weiter zur Octave; d. h. wir verlangen geradezu eine um so gröfsere Abweichung von dem physikalisch als rein definirten Intervall, und letzteres erscheint uns um so unreiner, je vollkommener die Consonanz ist. Dieses Verhalten steht natürlich dann in schroffem Widerspruch mit obiger Regel, wenn man in den Begriff „Empfindlichkeit" die Fähigkeit einschliefst, die objectiv reinen Intervalle mehr oder weniger genau nach rein subjectiven Kriterien vorstellen zu können.

Wenn man dagegen unter Empfindlichkeit gegen Verstimmung einen Mittelwerth zwischen der Empfindlichkeit für Verkleinerung und der für Vergröfserung des Intervalls versteht, so ist als reines Intervall nicht das physikalisch so definirte, sondern das von unserer Empfindung als solches gekennzeichnete Intervall anzusehen. Dies ist nun freilich kein auf einfache Weise genau zu bestimmendes Intervall, da es wahrscheinlich sogar bei einem und demselben Individuum in Folge der Verschiedenheiten des Bewufstseinszustandes zu verschiedenen Zeiten nicht dasselbe ist.[1] Aber für die Beantwortung der vorliegenden Frage

[1] Derartige Schwankungen scheinen selbst innerhalb einer einzigen Versuchsreihe vorzukommen. Es zeigte sich nämlich bei den Versuchen,

ist es glücklicher Weise nicht von sehr grofser Wichtigkeit, ob sich das subjectiv reine Intervall mit etwas gröfserer oder geringerer Genauigkeit aus den Versuchsergebnissen berechnen läfst. Denn da wir als Maafs für die Empfindlichkeit gegen Verstimmung das Mittel zwischen der Empfindlichkeit für Verkleinerung und der für Vergröfserung annehmen, so müssen sich die durch vielleicht fehlerhafte Bestimmung des reinen Intervalls entstehenden Fehler gegenseitig so ziemlich aufheben, weil jede Begünstigung der einen Richtung eine Benachtheiligung der anderen bedingt.

Wir werden nun die subjectiv reinen Intervalle am besten aus denjenigen Tabellen bestimmen, die am regelmäfsigsten sind und die gröfste Sicherheit des Urtheils aufweisen. Dies sind unzweifelhaft die Tabellen I, II und III.

Es ist einleuchtend, dafs, wenn wir uns oberhalb des subjectiven Reinheitspunktes befinden, die g.-Urtheile das Uebergewicht haben müssen über die k.-Urtheile. Umgekehrt, wenn wir uns unterhalb jenes Punktes befinden. Der subjective Reinheitspunkt dürfte demnach dort zu suchen sein, wo die k.- und g.-Urtheile sich das Gleichgewicht halten. Wir berechnen nun aus den Collectivurtheilen der Tabellen I, II, III das Verhältnifs der g.-Urtheile zur Gesammtheit der k.- und g.-Urtheile in Procentzahlen. Der Verhältnifszahl 50 entspricht der gesuchte Punkt. Wir berechnen dann aus je zwei Verhältnifszahlen die zur Verhältnifszahl 50 gehörige Verstimmung, und zwar so, als wachse zwischen den beiden Verhältnifszahlen die Verstimmung proportional dem Wachsthum der Verhältnifszahl. (Für unseren Zweck ist dieses Verfahren genau genug.) Das arithmetische Mittel der gefundenen Werthe giebt sodann das subjectiv reine Intervall, wie aus den folgenden Zusammenstellungen zu ersehen ist.

---

dafs ein nur wenig vergröfsertes (bezw. verkleinertes) Intervall mit ungewöhnlicher Bestimmtheit als zu grofs (bezw. zu klein) bezeichnet wurde, wenn mehrere zu kleine (bezw. zu grofse) Intervalle eben vorher zur Beurtheilung vorgelegt worden waren.

	Verstimmungen	g. in % von g.+k.	Verstimmung für 50 % g.			
Terz	— 1,58	5				
	— 0,78	9				
	0,00	43	+ 0,24	+ 0,62	+ 0,43	Mittelwerth + 0,43
	+ 0,75	65				
	+ 1,47	75				
	+ 2,18	89				
Quinte	— 0,85	18				
	0,00	29	+ 0,67	+ 0,95		Mittelwerth + 0,81
	+ 0,90	57				
	+ 1,34	57				
Octave	— 0,46	12				
	0,00	29	+ 0,65	+ 1,26		Mittelwerth + 0,95
	+ 0,77	54				
	+ 1,49	55				

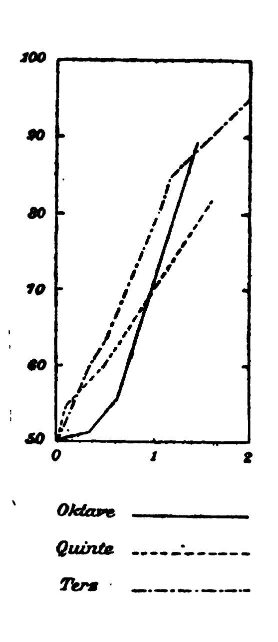
Das subjectiv reine Intervall übertrifft also das objective um die in der letzten Rubrik angegebenen Schwingungszahldifferenzen. Damit soll natürlich nicht etwa behauptet sein, daſs dies unter allen Umständen die subjectiv reinen Intervalle seien. Vielmehr bedeuten die Zahlen nur diejenigen Intervalle, die sich als subjectiv reine am wahrscheinlichsten aus den vorliegenden Beobachtungen ergeben und die wir darum hier bei der weiteren Interpretation der Beobachtungen zu Grunde legen.

Die Uebereinstimmung dieser Zahlen mit unseren Ergebnissen können wir noch an dem Gange der Reinheitsurtheile prüfen. Ein Blick auf die Tabellen lehrt uns, daſs hier keine Widersprüche bestehen, wenn auch aus den Reinheitsurtheilen allein die Werthe nicht so genau zu ermitteln wären.

Wir construiren nun für jedes Intervall zwei Curven, eine für Verkleinerung und eine für Vergröſserung des Intervalls, indem wir (ohne Berücksichtigung der Reinheitsurtheile) jede Differenz von dem subjectiven Reinheitspunkte als Abscisse und die zugehörige Zahl der richtigen Urtheile (im Verhältniſs zur Summe der g.- und k.-Urtheile) als Ordinate auftragen. Dann

construiren wir aus den beiden Curven eines jeden Intervalls die mittlere Curve und benutzen diese zur Vergleichung der Intervalle unter einander.

In der folgenden Figur sind sogleich diese mittleren Curven dargestellt, und zwar für die Collectivurtheile der Tabellen I, II, III. Die Ordinate 50 bedeutet, dafs die Zahl der richtigen Urtheile gleich der Zahl der falschen ist; 100, dafs überhaupt keine falschen Urtheile mehr vorkommen. Je steiler eine Curve verläuft, um so gröfser ist nach unserer Definition die Empfindlichkeit für das Intervall.



Die Figur zeigt uns, dafs bei aufeinanderfolgenden Tönen keines der drei Intervalle vor den anderen einen Vorzug hat, da die Curven im Grofsen und Ganzen alle mit gleicher Steilheit verlaufen. Abweichungen um gleiche Schwingungszahldifferenzen von der subjectiven Reinheit werden also bei allen drei Intervallen mit gleicher Sicherheit beurtheilt.[1]

In Bezug auf die Intervalle mit gleichzeitigen Tönen erkennt man leicht aus den Tabellen, dafs Octave und Terz keinen Vorzug vor einander haben. Nur für die Quinte mufs man aus den Tabellen eine etwas gröfsere Empfindlichkeit gegen Verstimmung ablesen als für die beiden anderen Intervalle.

---

[1] Zu erinnern ist, dafs die Versuche mit der Terz begonnen wurden, dafs also ein etwa vorhandener Uebungseinflufs die Quinte und die Octave hätte mehr begünstigen müssen als die Terz.

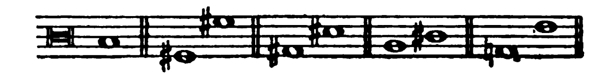
Fünftes Capitel.

Vergleichung unserer Ergebnisse mit früheren.

(C. Stumpf.)

Wir wollen nun zusehen, inwieweit die in dieser Abhandlung mitgetheilten experimentellen Ergebnisse mit denen früherer Beobachter übereinstimmen und worin die Gründe von Differenzen liegen können.

1. Delezenne's Monochord-Saite gab, als Ganzes erklingend, „die tiefere Octave des Tons *H* auf der vierten Saite des Cello"; das ist *H* = 120 Doppelschwingungen.[1] Er setzte nun den Steg zuerst in die Mitte, um die Empfindlichkeit für Unisono zu untersuchen, d. h. er bestimmte die Unterschiedsempfindlichkeit für *h* = 240 Schwingungen. Sodann setzte er ihn an diejenigen Stellen, durch welche die Saite in zwei Abschnitte vom Verhältnifs 1 : 2, 2 : 3, 4 : 5 u. s. f. getheilt wurde. Er giebt dann die gefundenen kleinen Verschiebungen des Steges, bei denen das Intervall unrein wurde, in Millimetern an und berechnet daraus die Abweichung in Theilen eines Komma (80 : 81). Wir rechnen sie in Schwingungszahlen um. Die Töne und Intervalle, die so untersucht wurden, waren nach den angegebenen Anhaltspunkten diese:



Für die Verstimmung des *h* fand Delezenne als erkennbare Grenze: $^1/_4$ Komma = 0,8 Schwingungen.[2] Bei Gleichzeitigkeit der Töne war die Empfindlichkeit viel geringer, die Grenze lag bei 0,84 Komma = 2,5 Schwingungen.

---

[1] Sowohl Preyer als Schischmanow (und Alle, die in neuerer Zeit auf Delezenne Bezug nehmen) gehen von der falschen Voraussetzung aus, dafs Delezenne einfache Schwingungen gemeint habe, verlegen daher alle seine Intervalle eine Octave tiefer als sie waren und kommen dadurch auch zu falschen Angaben über die ebenmerklichen Verstimmungen. Nach der obigen in Anführungszeichen stehenden Erklärung Delezenne's ist kein Zweifel, dafs er Doppelschwingungen gemeint haben mufs.

[2] Die Schwingungswerthe sind immer direct aus der Formel berechnet, in welcher Delezenne die Abweichungen nach Millimetern angegeben hat; und zwar bei den Intervallen so, als wenn der hohe Ton allein

Für die Octave *fis*:*fis*^{1} lag die Grenze bei $^1/_8$ Komma = 1,4 Schwingungen. Es ist hier nach der Structur der Formel bei DELEZENNE Vergröfserung des Intervalls vorausgesetzt. Bei Gleichzeitigkeit wiederum geringere Empfindlichkeit.

Für die Quinte *gis*:*dis*^{1} lag die Grenze bei etwa 0,15 Komma = 0,45 Schwingungen. Die Formel setzt hier Verkleinerung voraus.

Für die grofse Terz *a*:*cis*^{1} lag die Grenze ungefähr (die genauere Feststellung erschien schwierig) bei etwas über $^1/_4$ Komma. $^1/_4$ Komma wäre hier = 0,94 Schwingungen. Die Formel setzt Vergröfserung voraus.

Für die grofse Sext *g*:*e*^{1} giebt DELEZENNE zwei verschiedene Formeln, woraus bei der Vergröfserung $^1/_8$ Komma = 1,2 Schwingungen, bei der Verkleinerung 0,44 Komma = 1,8 Schwingungen folgen. Für dieses Intervall wäre man also bei der Vergröfserung empfindlicher, der subjective Reinheitspunkt läge auf der Minus-Seite.

Diese Ergebnisse stimmen insofern mit den unsrigen überein, als die Quinte allen anderen Intervallen voransteht. Selbst die Terz kommt vor der Octave. Auch die Zahlenwerthe stimmen gut zu den unsrigen; besonders wenn man die tiefere Octavenlage berücksichtigt. Ferner ist es eine werthvolle Bestätigung, dafs auch bei DELEZENNE die Intervalle durchgängig bei Gleichzeitigkeit schlechter beurtheilt wurden als bei Aufeinanderfolge der Töne. Die Verschiedenheit der Grenzen für Vergröfserung und für Verkleinerung hat er leider, abgesehen von der Sexte, nicht genug beachtet; er scheint anfänglich angenommen zu haben, dafs die Empfindlichkeit nach beiden Seiten vom physikalischen Reinheitspunkt gleich sein müsse. Dadurch wird sowohl die Bestimmung des subjectiven Reinheitspunktes als die genauere Vergleichung der einzelnen Intervalle unmöglich. Dazu kommt, dafs das Monochord kein gutes Instrument für solche Untersuchungen ist, da die Töne rasch verklingen, der Anschlag Ungleichheiten bedingt und die Messung der Stegverschiebungen nicht so genau ist wie die Zählung der Schwebungen bei dauernden Tönen. Doch bleibt DELEZENNE's Untersuchung durch ihre Sorgfalt und Umsicht werthvoll.

---

verändert würde. Thatsächlich vertheilt sich die Abweichung bei DELEZENNE auf beide Töne, da durch die Verschiebung des Stegs immer beide geändert wurden. Aber dies ist natürlich hier irrelevant.

2. Cornu und Mercadier fanden für die grofse Terz mit aufeinanderfolgenden Tönen an verschiedenen Instrumenten eine mit der pythagoreischen fast ganz zusammenfallende, ja sogar einigemal darüber hinausgehende erhöhte Intonation, nämlich 1 : 1,26 bis 1,271, statt 1 : 1,25. Die absolute Tonhöhe war (wenigstens bei den Orgelpfeifen, wo sie angegeben ist) $c^1 : e^1$. Nehmen wir, um die Ergebnisse mit den unsrigen zu vergleichen, 480 als Grundton (allerdings fast eine Octave höher als c^1), so würde die Terz davon nach diesem Verhältnifs 605 bis 610 werden. Also eine subjective Vergröfserung von 5 bis 10 Schwingungen! Dies ist ein nach unseren Befunden enormer Betrag; alle unsere Versuchspersonen würden hier „zu grofs" geurtheilt haben. Man sieht hieran, dafs doch starke individuelle (oder nationale, localtraditionelle?) Unterschiede stattfinden müssen.

Noch auffallender ist aber, dafs Cornu und Mercadier bei Quinten mit aufeinanderfolgenden Tönen, sowie bei Terzen und Quinten mit gleichzeitigen Tönen keine Erhöhung constatiren konnten. Die Intervalle wurden hier den Tabellen zu Folge so gut wie physikalisch rein intonirt.

Tonquelle	Grofse Terz		Quinte	
	Gleichz.	Succ.	Gleichz.	Succ.
Gesang	—	1,260	—	1,497
Cello	1,251	1,266	1,449	1,508
Violine	1,249	1,264	1,504	1,504
Orgelpfeifen	1,252	1,267	1,493	1,497
Tonmesser	—	1,271	—	1,500
Mittelwerth	1,251	1,266	1,499	1,501
Physikalische Stimmung	1,250	1,2656 (pythag.)	1,500	1,500

Hier können wir nichts thun, als eine principielle Abweichung von unseren Ergebnissen constatiren. Ueber die Ursachen läfst sich nichts Bestimmtes sagen, da die Umstände jener Versuche nicht hinreichend im Einzelnen beschrieben sind. Es ist auch nicht angegeben, auf wieviel Versuchen jede dieser Zahlen be-

ruht und welche Schwankungen die Einzelversuche, aus denen diese Zahlen doch wohl Mittelwerthe sind, aufweisen.

3. Preyer schlofs aus seinen Beobachtungen, dafs die Empfindlichkeit für die Octave weitaus am gröfsten sei, gröfser sogar als die Unterschiedsempfindlichkeit für einen einzelnen Ton. Selbst Ungeübte und Unmusikalische erklärten nach ihm die Octave für unrein bei einer Verstimmung von 3 Schwingungen, und zwar in der Gegend der zweigestrichenen Octave. Geübte erklärten die physikalisch reine Octave 500,5 : 1001 für rein, die nur um 0,1 Schwingung gröfsere 500,4 : 1001 bereits für unrein. Ebenso sind nach Preyer 250 : 501 und 500 : 1001 gutmerklich unrein.

Auf die Octave folgen: Quinte, grofse Secunde, Quarte, dann die Terzen und Sexten. Bei diesen und der Secunde ist das Ergebnifs, soweit es sich überhaupt einigermaafsen fixiren liefs, nicht dasselbe für Vergröfserungen und Verkleinerungen, daher die Reihenfolge nicht eindeutig zu bestimmen.[1]

Obschon dieses Ergebnifs, abgesehen von der Secunde, mit der traditionellen Meinung wohl im Einklang steht, ist doch kaum Gewicht darauf zu legen, da es überall nur aus wenigen Fällen abgeleitet ist und die Grenzwerthe aus den kleinen Tabellen mit starken Willkürlichkeiten ausgewählt werden. Preyer ist sich dieser Willkürlichkeiten auch selbst bewufst. Er giebt bei den meisten Intervallen seine Maafsbestimmungen mit grofser Reserve. Die beiden Beobachter stimmten auch zu wenig mit einander überein, um die Grenzwerthe deutlich erkennen zu lassen. Bei der kleinen Terz schwankt z. B. der Grenzwerth für Verkleinerungen zwischen 0,7 und 2,5.

Speciell bei der Quinte, auf die es besonders ankommt, wenn die Reihenfolge der Empfindlichkeit mit der der Consonanz verglichen werden soll, hatte Preyer in seinem Apparat keinen Uebergang zwischen den physikalisch reinen und den stark un-

[1] Preyer suchte hierbei zunächst den Punkt, wo das erste bestimmte Unreinheitsurtheil abgegeben wurde. Er berechnet aber nicht die absolute Empfindlichkeit d. h. den reciproken Werth der entsprechenden Schwingungszahldifferenz, sondern die relative Empfindlichkeit, d. h. das reine Intervall (das physikalische Verhältnifs), dividirt durch die Abweichung des ebenmerklich unreinen vom reinen. Indessen bleibt die resultirende Reihenfolge wenigstens für die gröfseren Abstufungen nach beiden Bestimmungsweisen die nämliche.

reinen Intervallen, sodaſs er eigentlich kritische Fälle gar nicht vorlegen konnte. Die Urtheile vollends, die er über die Octave anführt, getraue ich mir nach allem Vorangehenden mit Sicherheit als bloſsen Zufall zu erklären; es sei denn etwa, daſs durch vorherige Vergegenwärtigung des physikalischen Reinheitspunktes eine Beeinflussung der Urtheile stattgefunden hätte (wie bei Schischmanow). Preyer giebt uns auch leider gerade hier nicht, wie bei den übrigen Intervallen, Rechenschaft von den einzelnen abgegebenen Urtheilen, sondern nur summarische und allgemeine Behauptungen, und die so angeführten Urtheile lauten nicht auf „zu groſs" oder „zu klein", wie sonst häufig, sondern nur auf „unrein". Dies alles erweckt Miſstrauen.

Was man aus einzelnen Versuchen, selbst an Musikern ersten Ranges, schlieſsen kann, zeigen die entgegengesetzten Angaben, welche Helmholtz und E. Röntgen über Joachim's Intonation der groſsen Terz machen: nach Helmholtz intonirt er in der Melodie wie im Zusammenklang eine physikalisch reine Terz, nach Röntgen dagegen in der Melodie eine vergröſserte.

4. Schischmanow ist nach der „Methode der Minimaländerungen" vorgegangen, welche darin besteht, daſs in sehr kleinen Stufen regelmäſsig fortgeschritten und sowohl der Punkt der ebenmerklichen Unreinheit als der Punkt, wo beim Zurückgehen der Verstimmung eben wieder Reinheit einzutreten scheint, bestimmt wird. Die sog. Schwelle ist dann das Mittel aus beiden. Man erhält so natürlich kleinere Werthe, als wenn nur der Punkt der Unreinheit bestimmt wird.

Schischmanow fand ähnlich wie Preyer die Empfindlichkeit für die Octave am gröſsten, dann im Ganzen mit der Consonanz der Intervalls abnehmend. Nur die groſse Secunde steht wieder zwischen den unvollkommenen Consonanzen; aber hier fanden sich auch besonders groſse Schwankungen je nach der musikalischen Uebung.

Auch sonst war die Reihenfolge für verschiedene Beobachter nicht genau dieselbe. Doch in Bezug auf die Folge: Octave, Quinte und Quarte stimmen die beiden Hauptbeobachter überein, für Octave und Quinte auch die beiden anderen, deren nach gleicher Methode angestellte Beobachtungen Schischmanow mitanführt. Die Schwellenwerthe jener drei ersten Intervalle waren für Schischmanow selbst: 0,220; 0,332; 0,419. Für die übrigen

Beobachter etwas gröfser. Aber auch bei dem Beobachter Krestow übersteigen sie noch nicht eine halbe Schwingung. Die Schwelle 0,22 für die Octave ist wiederum nicht gröfser als die nach gleicher Methode von Luft bestimmte Unterschiedsschwelle für einen einzelnen Ton.

Leider läfst jedoch eine nähere Betrachtung auch diese Arbeit nicht als zuverlässig genug erscheinen.

Vor Allem hat meiner Meinung nach Schischmanow seinen Versuchspersonen die Aufgabe mehr als gut war erleichtert. Erstens nämlich wurde ihnen das objectiv reine Intervall vorher „gut eingeprägt". Zweitens wurde ihnen die Richtung vorher angegeben, in welcher jedes Mal die Veränderung erfolgte (Erhöhung oder Vertiefung der veränderlichen tieferen Gabel). Drittens endlich fungirte von den zwei Versuchspersonen, die die ganze Untersuchung mitmachten, Schischmanow und Krestow, jeder abwechselnd als Experimentator und als Beobachter; und da das Laufgewicht der zu verstimmenden Gabel um je 1 mm weiter verschoben wurde, bis die Unreinheit erkannt wurde, so war der zweite Beobachter über die Anzahl der Verschiebungen, durch welche dieser Punkt bei seinem Mitarbeiter erreicht worden war, unterrichtet. Das ist für den Unbefangensten gefährlich. Ein wissentliches Verfahren von solcher Ausdehnung führt unvermeidlich in die Versuchung zu unwillkürlichem Rathen nach äufseren Indizien.

Ueberdies entfernt es sich von den Bedingungen, unter denen in der Wirklichkeit geurtheilt wird, zu weit, um noch triftige Schlüsse auf das Verhalten des Intervallurtheils in gewöhnlichen Umständen zu gestatten, vor Allem dadurch, dafs das mathematisch reine Intervall vorher „gut eingeprägt war". Dadurch ist ja ein Hauptzweck der ganzen Untersuchung von vornherein vereitelt! Gerade dies ist eine der wichtigsten Fragen, ob das physikalisch Reine mit dem subjectiv Reinen zusammenfällt, ob uns nicht z. B. die pythagoreische oder die temperirte Terz als die eigentlich reine erscheint. Durch diese vorherige Einprägung des physikalischen Reinheitspunktes ist das Bewufstsein für einen der wesentlichsten Zwecke der Untersuchung unbrauchbar gemacht.

Im Einzelnen ist über die Ursachen, die die obigen Ergebnisse Schischmanow's herbeiführten, nichts Sicheres zu sagen. Man müfste vor Allem die Rohtabellen kennen. Eine solche giebt uns der Verfasser als

Musterbeispiel zur Erläuterung seines Verfahrens. Wir wollen sie daher etwas näher in Augenschein nehmen, obwohl ich wegen des Rückganges auf Rohtabellen schon einmal grofses Misfallen erregt habe.

Rohtabelle Schischmanow's für die Octave.

VJ_o				JV_o			
t	g_o	h	g_u	t	g_o	h	g_u
0,655	0,333	0,453	0,200	0,333	0,333	0,200	0,200
0,332	0,332	0,199	0,199	0,334	—	0,200	—
0,333	—	0,200	—	0,332	—	0,199	—
VJ_u				JV_u			
h	g_u	t	g_o	h	g_u	t	g_o
0,435	—	0,335	0,335	0,451	0,198	0,909	0,332
0,200	—	0,333	—	0,200	—	0,333	—
0,198	—	0,330	—	0,198	—	0,330	—

Es wurde stets nur der tiefere Ton, die „Vergleichsgabel" V, verstimmt. VJ_o bedeutet eine Versuchsreihe, worin der Experimentator diesen Ton zuerst angab, dann den höheren, die „Intervallgabel" J; und zwar so, dafs er mit der Verstimmung der V von dem physikalischen Reinheitspunkt zuerst nach unten bis zur ebenmerklichen Unreinheit ging (auch noch etwas darüber), dann zurück bis zur ebenmerklichen Reinheit; dann ebenso nach oben und wieder zurück. Die vier so erhaltenen Werthe stehen unter VJ_o in den Rubriken t, g_o, h, g_u. Die drei Werthe in jeder Rubrik entstammen drei Versuchsreihen. Bei VJ_u wurde mit der Verstimmung zuerst nach oben, dann nach unten gegangen. JV_o und JV_u verhalten sich analog, nur dafs hier die höhere Gabel (J) zuerst angegeben wurde.

Was bedeuten nun aber die vielen Striche in der Tabelle? Nach dem Plan und Erfordernifs der Methode müssen alle hierher gehörigen Werthe bestimmt worden sein. Warum stehen sie nicht da? Glücklicherweise kann man aus den nachher folgenden Durchschnittszahlen die Bedeutung der Striche herausrechnen: sie bedeuten den Werth Null, m. a. W.: der subjective Reinheitspunkt fällt hier mit dem physikalischen zusammen.[1] Dies bestätigt sich auch durch die spätere Aeufserung des Ver-

[1] Uebrigens stimmt die Tabelle der Durchschnittswerthe für Sch. unter I auf S. 578 mit derjenigen für denselben Beobachter und dasselbe Intervall auf der folgenden Seite keineswegs überein, während sie doch identisch sein sollen. Unter den 16 Werthen der ersten Tabelle fallen nur gerade die Hälfte mit denen der zweiten Tabelle zusammen. Hoffentlich ist der Autor sonst im Schreiben und Corrigiren sauberer zu Werke gegangen.

fassers, dafs bei der Octave am öftesten subjectiver und objectiver Gleichheits-(Reinheits-)Punkt zusammenträfen.

Nun entsteht die weitere Frage: Wie ist es möglich, dafs unter 24 Fällen von Verstimmungen, die bis auf 3 Decimalen angegeben werden (vgl. 0,200 gegenüber 0,199 u. s. f.), 15 Fälle sind, die genau dem Nullwerth entsprechen? Nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit sollte man nicht einen einzigen solchen Fall erwarten.

Da hierüber verschiedene Hypothesen möglich waren, erbat ich mir von Herrn Prof. Külpe in Würzburg, dem Assistenten Wundt's zu der Zeit, als die Arbeit in dessen Laboratorium gemacht wurde, Aufklärung, und erhielt solche in zuvorkommendster Weise. Er wies darauf hin (was allerdings auch schon in Schischmanow's Bericht steht), dafs sich an der verstimmbaren Gabel eine Millimetertheilung befand und dafs jede Verschiebung des Laufgewiehts 1 mm betrug. Dadurch war natürlich nur eine kleine Auswahl von Verstimmungen gegeben, beispielsweise diejenigen, die in der oberen Hälfte der Rohtabelle durch die Werthe: — (d. h. 0); 0,200; 0,333; 0,453; 0,655 repräsentirt sind. Diese entsprachen nach Külpe's Angabe den 5 ersten Theilstrichen nach der betreffenden Seite hin. Die kleinen Differenzen in der dritten Decimale kommen daher, dafs nach jeder Etappe des Verfahrens eine Bestimmung der objectiven Schwingungsdifferenz bei dem bezüglichen Theilstrich stattfand. Diese zufälligen minimalen Schwankungen der bezüglichen Werthe (0,333—0,334—0,332) dürfen also nicht zu dem Glauben verleiten, als handle es sich um verschiedene Stellungen des Laufgewichts, bei denen das bezügliche Urtheil eintrat: sie können ebenso auf Zufälligkeiten in der objectiven Bestimmung beruhen und sind überhaupt in ihrer Winzigkeit bedeutungslos. Sie verschwinden schon, wenn man statt dreier zwei Decimalen angiebt. Offenbar hätte man übrigens consequent auch bei der Rückkehr zum ersten Theilstrich nicht einfach den Werth Null einsetzen, sondern auch hier die wirkliche Stimmung der Vergleichsgabel, sei es auf 3 oder auf 2 Decimalen, bestimmen müssen. Doch darauf wollen wir kein Gewicht legen. Worauf es ankommt, ist, dafs nach diesen Aufklärungen zwischen 0 und 0,2 überhaupt keine Verstimmung vorgelegt wurde.

Wenn nun der Urtheilende, nachdem die Verstimmungen vom Reinheitspunkt aus begonnen hatten, etwa beim zweiten Schritt (0,333) eine merkliche Verstimmung constatirte, wie dies meistens der Fall war, und nun auch wohl der Sicherheit halber noch einen oder zwei Schritte weiter gegangen wurde, so waren es doch sehr wenige Stufen, die dann von dem erreichten Punkt aus rückwärts zurückzulegen waren, um wieder zum Reinheitspunkt zu gelangen. Es versteht sich, dafs sein Urtheil dadurch präoccupirt war. Er mufste ja genau wissen, wann der objective Reinheitspunkt, der ihm zu allem Ueberflufs vorher noch besonders eingeprägt wurde, wieder erreicht war. Dafs er also hier das Urtheil „rein" abgab, beweist gar nichts. Das ist kein Urtheil aus der Empfindung, sondern aus der Berechnung heraus, aus der Kenntnifs der Versuchsumstände. Man kann sich höchstens noch wundern, dafs der Striche in der Tabelle

nicht noch mehr sind. Blofse Berechnung war es also nicht; aber dafs sie mitspielte, war ganz unvermeidlich.

Daher also die vielen Coincidenzen des subjectiven und objectiven Reinheitspunktes, die der Verfasser bemerkenswerth findet.

Man mufs aber noch weiter fragen, ob und warum nicht auch der objective Reinheitspunkt nach der Rückkehr noch der Sicherheit halber um einige Stufen überschritten wurde. Es ist ja klar, dafs das Reinheitsurtheil sich auch recht wohl einmal erst dann hätte einstellen können, wenn dieser Punkt objectiv bereits nach der anderen Seite überschritten war. Wir haben dies in unseren Versuchen oft genug gefunden, auch Luft und ebenso M. Meyer haben es bei ihren Studien über Unterschiedsempfindlichkeit gefunden.[1] In solchen Fällen müfste man dann negative Werthe in die Rohtabelle schreiben, und selbst der definitive Schwellenwerth kann unter Umständen negativ werden: ein Zeichen für die Bedenklichkeit der ganzen Methode.

Man kann nirgends erkennen, wie es Schischmanow mit dem Ueberschreiten des Reinheitspunktes und den negativen Werthen gehalten hat. Bei den übrigen Intervallen, für welche keine Rohtabellen vorliegen, ist nach Külpe's Ansicht in der That der Reinheitspunkt öfters überschritten worden, ehe das Reinheitsurtheil eintrat. Vielleicht hat sich der Experimentator doch bei der Octave, wenn sie zuerst geprüft wurde (auch über diesen Punkt ist nichts angegeben), mit der Wiedererreichung des objectiven Reinheitspunktes beruhigt und den Versuch für beendigt angesehen, und ist erst später zu dem correcteren Verfahren übergegangen.

Bei diesem Stande der Sache verlieren die Reinheitsurtheile (g_o und g_u) überhaupt ihr Interesse. Nur die Werthe t und h, die die Punkte ebenmerklicher Unreinheit angeben, würden in Betracht kommen. Nun aber giebt Schischmanow unglücklicherweise nirgends aufser in der obigen Rohtabelle diese Werthe an. Wir erhalten immer nur die Schwellenwerthe, die aus $t+g_o$, $h+g_u$ resultiren. Es läfst sich daher auch über die Ursache für die hervorragende Stellung der Octave, für die behauptete Coincidenz der Rangfolge nach der Empfindlichkeit und nach der Consonanz eines Intervalls kein bestimmteres Urtheil gewinnen. Denkbar ist hier Mancherlei. Aber soviel wird man zugeben: wenn schon die Zahlenwerthe für die einzelnen Intervalle auf einem unsicheren Boden stehen und keine eindeutige Interpretation als Ausdruck der wirklichen Empfindlichkeit gestatten, so kann auch aus ihrer Anordnung kein Beweis für die verschiedene Empfindlichkeit für Verstimmungen verschiedener Intervalle hergeleitet werden.

Zuletzt erwähnt Schischmanow eine in der That auffallende Erscheinung in seinen Tabellen: dafs die oberen Schwellenwerthe durchgängig gröfser sind als die unteren, d. h. dafs man gegen Verkleinerung empfindlicher war als gegen Vergröfserung. Dies zeigte sich bei allen Intervallen und

[1] Vgl. M. Meyer, Ueber die Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhen, *dieses Heft* S. 78, 80f.

bei beiden Beobachtern; ähnlich auch bei den miterwähnten früheren Beobachtern KÜLPE und PEISKER.

SCHISCHMANOW ist geneigt, den Grund weniger in Eigenthümlichkeiten des Intervallurtheils, als vielmehr in solchen des Tonurtheils zu suchen. Da nämlich bei seinen Versuchen immer nur der tiefere Ton variirte, also Verkleinerung des Intervalls Erhöhung dieses Ton bedeutete, Vergröfserung Vertiefung desselben, so meint er, dafs vielleicht die Erhöhung eines Tons leichter aufgefafst werde, als seine Vertiefung.

In diesem Fall würde aber, wenn der höhere Ton verändert wird, das Umgekehrte sich ergeben: man müfste dann gegen Vergröfserung des Intervalls empfindlicher sein als gegen Verkleinerung, was nach unseren Untersuchungen nicht der Fall ist. Das Verhalten betrifft also die Intervalle als solche, und die Uebereinstimmung des Ergebnisses mit den unsrigen in dieser Hinsicht scheint trotz der obigen allgemeinen Bedenken gegen die Versuche bemerkenswerth. Auffallend ist, dafs die kleine Terz bei SCHISCHMANOW derselben Regel untersteht, während wir bei ihr nach dem 1. Capitel gegen Vergröfserung viel empfindlicher sind. Es könnte auch hier eine ähnliche Beeinflussung der kleinen durch die grofse Terz und vielleicht noch durch andere Intervalle stattgefunden haben, wie in unseren Versuchen im 2. Capitel.

5. Unter den Angaben der übrigen in der Einleitung erwähnten Autoren kommen besonders die Angaben über die grofse und kleine Terz in Betracht. Wir finden Alle einstimmig darin, dafs die kleine Terz physikalisch zu klein, und fast einstimmig darin, dafs die grofse zu grofs intonirt werde — wobei allerdings immer vorausgesetzt wird, dafs man im ersten Fall die Moll-, im zweiten die Durterz des entsprechenden Dreiklangs im Sinne hat.[1]

Ueber den Grad der Erhöhung und Vertiefung gehen die Anschauungen freilich auseinander, derart, dafs für die kleine Terz sogar 6 : 7 vorgeschlagen worden ist. Aber hier ist zu bedenken, dafs man sich beim Urtheil nach dem blofsen Ge-

[1] Bezüglich der grofsen Terz ist auch von Interesse die Anweisung der „Münchener Chorgesangsschule" (bei J. STEINER l. c. 24): „Man achte besonders darauf, dafs die Stufen 3 und 7 nicht zu tief genommen werden" — was darauf hinweist, dafs die Dirigenten eine scharfe Intonation der grofsen Terz (und des Leittones) systematisch begünstigen.

hör grofsen Täuschungen hingiebt über den Betrag solcher Abweichungen. Gerade bei diesen Versuchen ist es uns äufserst vielfach aufgefallen, dafs man eine Verstimmung von einem Viertelton zu hören glaubt, wo sie nur wenige Schwingungen beträgt (s. u. 150 unter d). Die Verschiebung des subjectiven Reinheitspunktes ist, wie erwähnt, in allen Fällen bei der Terz viel kleiner als die der temperirten und pythagoreischen Terz, — von einer kleinen Terz 6 : 7 nicht zu reden. Bei J. Steiner ruht die Behauptung, dafs die Dur- und Mollterz in der Melodie (die Mollterz auch im Zusammenklang) pythagoreisch intonirt werde, darauf, dafs er eben nur die natürliche und die pythagoreische Stimmung zur Auswahl vorlegte.[1]

Dafs Intervalle gleichzeitiger Töne unsicherer beurtheilt werden als solche aufeinanderfolgender Töne, entspricht nicht der gewöhnlichen Meinung; man wird bei einer Umfrage meist die umgekehrte Ansicht hören. Immerhin findet man aufser bei Delezenne auch sonst gelegentlich Aeufserungen, die mit unserem Ergebnifs übereinstimmen. So sagt Faist in seinen Studien über Tonverschmelzung[2]: „Man meint in der Regel, die Quinten der Violine am reinsten zu erhalten, wenn man zwei Saiten zugleich anstreicht. Allein eine nachträgliche Controle dadurch, dafs man die beiden Töne nach einander angiebt, belehrt einen häufig, dafs das Intervall etwas zu grofs oder zu klein ausgefallen ist.“ Hier ist natürlich nicht angenommen, dafs die Intonation für gleichzeitige und für aufeinanderfolgende Quintentöne an sich eine verschiedene sei (sonst könnte man ja nicht eine

---

[1] Aufserdem ist die Art der Versuchsanstellung, wie sie Steiner in der Vorrede beschreibt, nicht exact genug, um allerlei psychologische Fehlerquellen auszuschliefsen. Er hielt vor einem geladenen Kreise von Fachmännern und Musikfreunden einen Vortrag, während dessen die Terzen vorgeführt wurden. „Es drängte sich dabei jedem Hörer ganz ungezwungen und unausgesprochen die Wahrheit auf“ u. s. f. Aber irgendwie mufs sie doch ausgesprochen worden sein. Schriftlich? durch Acclamation am Schlufs? — „Jeder Musiker entschied sich ohne Bedenken für das pythagoreische Moll“ (auch im Zusammenklang). Einer nach dem Anderen? ohne von dessen Urtheil zu wissen? — Auf alles das kommt es wesentlich an.

Was Steiner S. 24 über das Zutiefklingen der Flageolettöne beibringt, hat andere Gründe. Es ist eine durch die Klangfarbe dieser weichen Töne bedingte Täuschung.

[2] *Zeitschr. f. Psych.* XV, 129.

durch die andere controliren wollen), sondern nur dafs die Sicherheit des Urtheils bei der Succession gröfser sei.

Der Anlafs zur entgegengesetzten Meinung liegt wohl hauptsächlich in der Thatsache, dafs man meistens mit gleichzeitigen Tönen stimmt. Ueber den Grund dieses Gebrauches selbst aber s. u. S. 400.

Auch dafs die Empfindlichkeit mit der Consonanz der Intervalle abnehme, ist eine fast allgemein verbreitete Meinung und wird von den Lehrbüchern wie eine ausgemachte Sache vorgetragen. Das Zustandekommen dieser Lehrmeinung wollen wir ebenfalls weiter unten untersuchen. Einstweilen nur soviel, dafs doch auch in dieser Beziehung Praktiker, die sich statt durch Autorität und Tradition durch's Experiment leiten lassen, zuweilen anders lehren. So sagt Türk[1]: „Die Stimmung blos nach Octaven ist, so viel ich gefunden, die schwerste, und weil sie die stärkste Ausweichung und Veränderung, ohne dafs es das Gehör merklich wahrnimmt, leidet, zugleich die betrüglichste. Man kann hiervon nicht besser überzeugt werden, als wenn man auf zweien neben einander stehenden Clavieren einen Fundamentalton völlig rein und gleichlautend, hierauf aber die Octaven eines jeden Claviers nach einander, ohne den Fundamentalton gegen die anderen Octaven zu hören, besonders stimmet, und nach geschehener Arbeit die gestimmten oberen Octaven auf beiden Clavieren zugleich anschlägt u. s. w., wo man einen grofsen Unterschied zwischen beiden Tönen bemerken wird.“ Das Experiment ist in dieser Form allerdings nicht ganz einwandfrei; aber Türk spricht hier offenbar zugleich von dem Gesammteindruck seiner Beobachtungen.

Sechstes Capitel.

Bemerkungen der Beobachter bei den Versuchen.

(C. Stumpf.)

Ehe wir zu erklärenden Betrachtungen übergehen, mögen die gelegentlichen Aussagen und Notizen der Beobachter über die Methode und Kriterien des Urtheilens einen Platz finden, da

---

[1] Anleitung zu Temperaturberechnungen, 1808, S. 321. Ich fand die Stelle bei Schischmanow.

sie beitragen können, Licht auf die Urtheilsvorgänge zu werfen. Hierbei sollen auch die Erfahrungen an den im 1. und 2. Capitel beschriebenen Versuchen eingefügt werden, soweit sie nicht schon im dortigen Zusammenhang berührt sind.

1. Manche Bemerkungen betreffen Züge, die man auch bei anderen psychophysischen Beobachtungsreihen vorfinden wird; z. B.

a) Dafs das subjective Gefühl der Sicherheit keineswegs immer mit der wirklichen Sicherheit des Urtheils zusammentrifft. In manchen Reihen fühlte sich ein Beobachter äufserst sicher, während das Urtheil sehr schwankend war und grofse Verstimmungen hingehen liefs; und umgekehrt. So kann auch dasselbe Intervall in derselben Abstimmung einmal mit dem Gefühl der Sicherheit, das andere Mal mit dem grofser Unsicherheit beurtheilt werden.

Von den Versuchen des 2. Capitels wurde ein Theil so angestellt, dafs der Beobachter selbst durch Ziehen eines Zäpfchens die Zungen ansprechen liefs und zugleich den Balg trat: ich hatte hierbei das Gefühl, viel sicherer zu sein, und war es auch; wahrscheinlich in Folge der individuellen Gewöhnung. Allgemein wird dies nicht zutreffen, meist vielmehr die passive Methode sicherer sein.

b) Dafs in einer Versuchsreihe gewisse Urtheilsströmungen vorkommen, derart, dafs eine Zeit lang nur oder fast nur objectiv richtige Urtheile auftreten, also die empirischen Einflüsse ebenso wie die zufälligen Schwankungen der Aufmerksamkeit zurücktreten; aber auch Strömungen derart, dafs eine Zeit lang fast nur Reinheits- oder g.- oder k.-Urtheile vorkommen.

c) Dafs es für die Zahl der Wiederholungen eines einzelnen Versuchs zum Behuf der Urtheilsbildung ein Optimum giebt. Wir bemerkten bei den Versuchen im 1. und 2. Capitel alle, dafs bei längerem Hinhorchen und öfterer Repetition eines Intervalls das Urtheil oft wieder unsicherer wurde und man zuletzt den zweiten Ton willkürlich als zu hoch oder zu tief schätzen konnte.

d) Dafs bei aufeinanderfolgenden Tönen schwerer zu urtheilen war, wenn der erste veränderlich war, als wenn der zweite oder beide. Dies ist aus allgemeineren Gründen ziemlich begreiflich. Doch kann man sich auch an die Veränderung des ersten Tons oder beider Töne gewöhnen.

2. Andere Bemerkungen betreffen speciell die Modalität und den Mechanismus des Reinheitsurtheils.

a) Biedermann gab stets mit Bestimmtheit an, dafs er bei aufeinanderfolgenden Tönen sich nach dem Erklingen des ersten Tons den zweiten in der Phantasie vorstelle und den wirklich auftretenden dann mit dem vorgestellten vergleiche, ihn daran messe. Daher war ihm eine kleine Pause zwischen beiden nothwendig. Ich selbst verfahre nicht regelmäfsig so, warte vielmehr meistens den zweiten Ton ohne antecipirende Vorstellung ab und halte ihn im Moment seines Auftretens mit dem Gedächtnifsbilde des ersten zusammen.

b) Von mehreren Beobachtern wurde bestimmt behauptet, dafs sie ein Intervall oft als unrein erkennen, ohne sogleich zu wissen, nach welcher Seite es unrein sei. Ich selbst, anfangs geneigt es zu bestreiten, habe etwas Derartiges doch auch in einigen Fällen erlebt, so in einem Fall der simultanen Quinte, wo ich sogleich den Eindruck der Unreinheit hatte, aber lange zwischen zu grofs und zu klein schwankte, endlich zu klein hinschrieb. Freilich war sie gerade physikalisch rein!

c) Das Bewufstsein war in erster Linie durchaus auf das Intervall als solches gerichtet. An sich wäre es ja denkbar, dafs in einer Versuchsreihe mit gleichem Grundton und wechselnden Stimmungen des zweiten Tons der Grundton, und damit das Intervall als solches, aufser Betracht gelassen und nur die Stimmungen des zweiten Tons unter einander verglichen würden. Dafs dies aber in den letzten Versuchen ebenso wenig wie in den früheren der Fall war, steht aufser Zweifel. Bei denen im 1. Cap. wechselten ja von Versuch zu Versuch beide Töne und zeigte sich doch die gleiche Urtheilssicherheit. Bei den Versuchen im 2. Cap. mit gleichbleibendem Grundton und zwei sehr wenig verschiedenen Intervalltönen wurde ausdrücklich festgestellt, dafs man die letzteren, wenn sie durch entsprechende Zwischenzeit getrennt waren, ihrer Höhe nach nicht unterscheiden konnte (o. S. 106—7). Bei den Versuchen im 3. Capitel waren theilweise wiederum beide Töne veränderlich. Im Uebrigen kam es zwar hier zuweilen vor, dafs man den zweiten Ton auch direct mit dem vorherigen zweiten verglich, wenn die Pause nicht grofs genug war, um dies auszuschliefsen. Allein wenn man dann auch wahrnahm, dafs er z. B. höher geworden,

konnte das Intervall dabei aus einem zu kleinen in ein weniger zu kleines oder in ein reines oder in ein zu grofses, es konnte aus einem reinen in ein zu grofses, oder aus einem zu grofsen in ein noch gröfseres übergegangen sein, je nachdem eben das vorherige beschaffen war und je nach der Gröfse der Aenderung. Man hätte also das vorige Urtheil als zweifellos feste Grundlage nehmen und dann noch nicht blos die Richtung, sondern auch die Gröfse der Aenderung des zweiten Tons abschätzen müssen.[1] Eines so umständlichen und viel weniger sicheren Verfahrens dürfte sich kaum je einer, auch wo es möglich gewesen wäre, bedient haben, und die Beobachter äufserten denn auch einstimmig, dafs sie auf das Intervall als solches achteten. In manchen Fällen, wo ich den zweiten Ton als identisch mit dem vorhergehenden zweiten zu erkennen glaubte, gab ich gleichwohl ein anderes Intervallurtheil ab. In anderen Fällen urtheilte ich in zwei aufeinanderfolgenden Versuchen „rein", während ich genau wahrgenommen hatte, dafs der zweite Ton etwas höher geworden war: das Intervall als solches schien mir eben trotzdem innerhalb der Grenzen der Reinheit zu bleiben.

Wenn die Höhenveränderungen des zweiten Tons als solche wesentlich mitwirkten, wäre auch zu erwarten, dafs unter den vorgelegten Abstimmungen eine mittlere als reines Intervall bezeichnet würde, während z. B. bei der Octave geradezu die höchste Stimmung als rein galt. Es schien mir hier sogar eher umgekehrt, dafs ich die Höhenveränderung des zweiten Tons nach dem Eindruck des Intervalls beurtheilte.

Der Violinspieler, der die Saite hin- und herschraubt, bis sie rein zur anderen stimmt, erkennt natürlich ihre Höhenänderung als solche; aber sein Reinheitsurtheil wird doch nicht dadurch bestimmt, sondern durch die Intervallveränderung.

d) Sehr auffällig macht sich bei verstimmten Intervallen, besonders verkleinerten, der Eindruck geltend, dafs sie ihrem Charakter nach den nächstfolgenden musikalischen Intervallen ähnlich werden, auch wenn sie von

---

[1] Bei manchen Reihen wufste der Beobachter nicht einmal, ob nur der erste oder der zweite oder beide Töne veränderlich waren; hier konnte also um so weniger eine zufällig wahrgenommene Höhenveränderung zu Schlüssen auf die Intervallveränderung benützt werden.

diesen noch ungleich weiter entfernt sind als von den ursprünglichen. So machte namentlich die Octave bei einigermaaſsen stärkerer Verstimmung häufig fast ganz den Eindruck einer groſsen Septime, obgleich sie der reinen Octave immer noch acht- bis zehnmal näher lag als der Septime. (Vgl. o. S. 127.) Man findet Aehnliches übrigens auch bei Versuchen über Unterschiedsempfindlichkeit: man hat hier oft den Eindruck einer Halbtonstufe. Nicht als wenn man eine solche wirklich zu hören glaubte; aber der Gefühlseindruck ist ein ähnlicher, man faſst darum, wie sich einer äuſserte, den Uebergang „unter den Begriff des Halbtons". Ich habe dasselbe auch bei Untersuchungen über den Unterschied beider Ohren gefunden: die Personen, welche einen merklichen Unterschied zwischen ihren beiden Ohren beobachten, geben häufig an, denselben Ton rechts um einen Halbton, mindestens einen Viertelton, höher zu hören, während der Unterschied sich experimentell vielleicht auf 2—3 Schwingungen feststellen läſst.

Bei der absteigenden Quinte, wo mir das Reinheitsurtheil besonders schwer vorkam, stellte ich mir öfters geradezu die Frage in dieser Form: gleicht das Intervall mehr der kleinen Sexte oder mehr dem Tritonus? Obschon es natürlich am allermeisten der Quinte gleichen muſste, schien es mir doch vortheilhaft, auf diese Charakterverschiedenheit zu achten.

e) Es war bei den Intervallen der letzten Versuche subjectiv schwerer zu urtheilen über absteigende als über aufsteigende Intervalle, und man fand sich bei absteigenden zuerst in Versuchung, sie in Gedanken umzudrehen. „Die absteigende Quinte hat etwas Unnatürliches" steht in meinen Aufzeichnungen. Es wurden darum die Pausen zwischen den Einzelversuchen hier gröſser genommen, damit nicht der tiefere Ton des vorhergehenden und der höhere des nachfolgenden Versuchs einander zeitlich zu nahe kämen und so die Umkehrung begünstigt würde. Man konnte sich indessen gewöhnen, die absteigende Folge als solche zu beurtheilen. Von mir kann ich bestimmt sagen, daſs dies bald der Fall war, obgleich der Umstand, daſs diesmal der höhere Ton (bis auf den letzten Theil der Versuche) zugleich der veränderliche Ton war, erschwerend wirkte. Nur ein Beobachter (Löwenfeld) blieb nach seiner Aussage bei der Umkehrung.

Anders war es bei den Versuchen mit der kleinen Terz (aus

dem 1. Cap.): hier schien es natürlicher, von oben nach unten zu urtheilen. Besonders wurde uns so das Urtheil über Verminderungen erleichtert: man kam leichter zu dem Urtheil, dafs der tiefere Ton zu hoch, als dafs der höhere zu tief war.

f) Gleichzeitige Töne in Gedanken in aufeinanderfolgende zu übersetzen, ist zum Reinheitsurtheil nicht erforderlich, wenn es auch öfters geschieht. Man mufs wohl die Töne während des Hörens in Gedanken isoliren, um die genaue Höhe eines jeden sich deutlicher zum Bewufstsein zu bringen, als es im ersten Momente der Fall ist. Aber das Reinheitsurtheil kann dann aus dem gleichzeitigen Eindruck als solchem abgeleitet werden.

Stellt es sich nicht sogleich fest, so rücke ich innerlich den höheren Ton versuchsweise hin und her und probire so, ob durch Erhöhung oder durch Vertiefung das Intervall reiner würde.

g) Bei gleichzeitigen Tönen achten einzelne Beobachter auf die Combinationstöne, auch wohl auf Schwebungen, Aber die meisten thun dies nicht, und die es thun, fahren nicht besser dabei. Im Gegentheil, ihre Urtheilsreihen fielen oft schlechter aus. Dies ist natürlich so: Schwebungen können nur anzeigen, dafs das Intervall von der physikalischen Reinheit abweicht, aber nicht, nach welcher Richtung. Und Combinationstöne können nur dadurch dienlich sein, dafs sie selbst auf ihre Reinheit zu einem der Primärtöne (oder zu beiden) beurtheilt werden. In dieser Hinsicht bieten sie zwar insofern einen Vortheil, als die Verstimmung des Combinationstons nothwendig immer gröfser ist als die des Primärtons, aber dafür liegt er viel tiefer, und in der Tiefe sind auch wieder gröfsere Abweichungen nöthig, um die Unreinheit zu erkennen. Also ein besonderer Vortheil springt dabei nicht heraus.[1] Man konnte sich auch nicht etwa nach der

[1] Dem widerspricht nicht, dafs ich in der Tonpsychologie (II, 244) die Combinationstöne für nützlich erkläre, um Unterschiede wie den der beiden Halbtonstufen 15:16 und 24:25 zu erläutern und controlirbar zu machen. (Wenn man z. B. von c^2 es^2 nach c^2 e^2, dann von c^2 e^2 nach c^2 f^2 geht, reagirt der Differenzton zuerst durch einen grofsen Terzen-, dann durch einen Quartenschritt.) Dies sind schon sehr bedeutende Unterschiede gegenüber den hier benützten. Und unsere Intervalle folgten sich ja auch nicht unmittelbar, sondern jedes wurde möglichst isolirt. Endlich hätte die Wahrnehmung der Richtung und Gröfse der Differenztonbewegung immer noch keinen eindeutigen Anhaltspunkt für unsere Frage gegeben.

absoluten Höhenlage des Differenztons richten, weil bald der höhere, bald der tiefere, bald beide Primärtöne verändert wurden, weshalb Erhöhung des Differenztons Verkleinerung und Vergröfserung des Intervalls bedeuten konnte.

Ueberdies bedarf die Wahrnehmung von Schwebungen wie von Combinationstönen einiger Zeit, und wenn man glücklich dazu gelangt ist, oder schon vorher, — kann der Versuch zu Ende sein. Ich selbst habe Schwebungen und Differenztöne bei diesen Versuchen fast nie vernommen, da eben die Aufmerksamkeit gänzlich auf die Primärtöne und ihr Intervall gerichtet war. Bei der Octave mit gleichzeitigen Tönen hatte der Experimentator das physikalisch reine Intervall ausgeschlossen, weil er fürchtete, dafs der Mangel der Schwebungen die Reinheit verrathen könnte. Es zeigte sich aber, dafs ich, obgleich nun also immer Schwebungen da waren, doch viele Reinheitsurtheile aufgeschrieben hatte.

Siebentes Capitel.

Zur Erklärung der gefundenen Regelmäfsigkeiten und der Reinheitsurtheile überhaupt.

(C. Stumpf.)

1. Ein bestimmtes Intervall ist für unser Bewufstsein, wie ich anderwärts dargelegt habe[1], durch zwei Eigenschaften charakterisirt: durch die Verschmelzung und (innerhalb Eines Verschmelzungsgrades) durch den relativen Abstand der beiden Intervalltöne. Grofse und kleine Terz haben, soweit die Beobachtungen reichen, den gleichen Verschmelzungsgrad, unterscheiden sich aber durch die ungleiche Entfernung der Töne, wenn ein gemeinschaftlicher Ausgangston für die Vergleichung zu Grunde gelegt wird (daher „relativer“ Abstand); sei es, dafs wir dabei den tieferen oder den höheren Ton als gemeinsamen nehmen. Aufser diesen primären, aus dem Begriff des Intervalls überhaupt fliefsenden, Merkmalen giebt es noch mancherlei secundäre. So ist auch wohl der absolute Abstand der beiden Töne, wenn wir uns in einer engbegrenzten Region, z. B. einer

---

[1] Consonanz und Dissonanz (*Beitr. z. Akustik und Musikwissenschaft* I, 1898), S. 68f.

Octave, halten, für ein bestimmtes Intervall constant genug, um als Merkmal für das Gedächtnifs zu dienen; ferner kommen bei Sängern die Muskelempfindungen des Kehlkopfs hinzu u. s. f.

Man sollte nun denken, dafs auch die Reinheit eines Intervalls nach denselben Kriterien beurtheilt würde, also nach der Genauigkeit, mit der die bezügliche Verschmelzungsstufe, Distanz u. s. f. erreicht ist. Aber nothwendig ist diese Folgerung nicht; und thatsächlich sind alle diese Eigenschaften für unser Bewufstsein nicht fein genug abgestuft, um uns so minutiöse Unterschiede erkennen zu lassen, wie wir sie in Wirklichkeit erkennen.

Um beim letzten anzufangen, so sind Muskelempfindungen ein viel zu grobes Material. Es kann nicht die Rede davon sein, dafs wir die Kehlkopfstellungen, die Intervallunterschieden von 0,1 Schwingungen entsprechen, noch als verschieden erkennen und im gegebenen Fall im Gedächtnifs reproduciren könnten, um danach die Abweichung einer Terz von der Reinheit zu beurtheilen. Man hat Muskelempfindungen lange Zeit auch bei den feinsten Gröfsenvergleichungen auf räumlichem Gebiet als maafsgebend erachtet, kommt aber auch dort mehr und mehr davon zurück.

Auch das Abstandsurtheil läfst uns in Stich. Wie schwierig und unbestimmt Abstandsvergleichungen im Tongebiete sind, hat sich aus anderen Versuchen ergeben.[1] Es würde uns ganz unmöglich sein, zu sagen, ob der Abstand der Töne 400 und 501 oder der von 480 und 596 der gröfsere ist; während wir vielleicht ganz bestimmt die erste Terz als subjectiv rein, die zweite als zu klein beurtheilen. Freilich wenn wir zwei eben so verschiedene grofse Terzen von genau gleichem Grundton unmittelbar nacheinander hören, werden wir leicht sagen, welche die gröfsere ist: aber dann ist es nicht die Veränderung des Tonabstandes, die wir wahrnehmen, sondern die Veränderung des hohen Tones an sich. Wenn wir aber, wie bei unseren Versuchen, einzelne gegebene Terzen in Bezug auf ihre Reinheit beurtheilen sollen und diese Aufgabe mit Hülfe von Abstandsbestimmungen lösen sollten, so müfsten wir bestimmen können, ob der vorliegende Tonabstand sich mit einem anderen uns als innerer Maafsstab vorschwebenden

---

[1] S. m. Aufsatz „Ueber Vergleichungen von Tondistanzen", *Zeitschr. f. Psych.* I, 419f. Auch Tonpsych. I, 247f., II, 403ff.

deckt oder nicht, und in welcher Richtung er davon abweicht. Ein solches Urtheil ist, wie gesagt, selbst dann, wenn die beiden Tonabstände in sinnlicher Wahrnehmung zum Vergleich gegeben werden, nur sehr unbestimmt: wie viel weniger würde es hinreichen, wenn der eine davon nur innerlich reproducirt wird.

Aber auch die Verschmelzung, das primäre Merkmal des Intervallbegriffes, gestattet keine so feinen Unterscheidungen. Sonst würde man sich nicht streiten können, ob die grofse und die kleine Terz, ob Terzen und Sexten sich in dieser Hinsicht noch unterscheiden. Es sind nur die groben Abstufungen zwischen den Hauptclassen der Intervalle nach Consonanz und Dissonanz, die so fixirt werden können.

Indem ich unsere Frage während der Versuche stets im Auge behielt, auch mit anderen Beobachtern darüber sprach, bin ich selbst von der früher gehegten Meinung abgekommen, als ob es sich bei den hier wahrgenommenen feinsten Verstimmungen um merkliche Veränderungen der Verschmelzung handelte, und sehe mich vielmehr zu der Anschauung geführt, dafs ein Unlustgefühl bestimmter Art uns hierüber Aufschlufs giebt. Wir bezeichnen es bei den vergröfserten Intervallen als das der Spannung, Schärfe, Ueberreizung u. dgl., bei den verkleinerten als das der Mattigkeit, Schalheit, Stumpfheit u. dgl.[1]

Dieses Gefühl mufs sich auf Grund einer angeborenen Mitgift im Laufe der individuellen Uebung zu einer so aufserordentlichen Feinheit entwickeln. Es kann aber nicht durch die Wahrnehmung der Verschmelzungsunterschiede bedingt sein, sonst würde eben diese Wahrnehmung so fein sein, wie wir es selbst finden. Es mufs vielmehr direct durch den sinnlichen Eindruck der bezüglichen Töne, wenn sie nacheinander oder zugleich gegeben werden, bedingt sein. Aber es mufs doch auch, wie die Ergebnisse des zweiten Capitels und sonstige Beobachtungen (z. B. S. 369 Anm.) zeigen, durch Nebenumstände, durch zeitweilige Gewöhnung, durch Contrast u. s. f. modificirbar sein, sodafs der subjective Reinheitspunkt sich dann für uns verschiebt.

---

[1] Ganz ebenso beschreibt M. Planck den Eindruck in der oben S. 86 erwähnten Abhandlung. Auch über die zeitweilige Accommodation des Gehörs an eine gewisse Stimmung eines Intervalls findet man daselbst lehrreiche Bemerkungen, die durchaus unseren Wahrnehmungen entsprechen.

Diese Unreinheitsgefühle sind ihrer Qualität nach nicht verschieden bei verschiedenen Intervallen. Sie hängen principiell nicht zusammen mit dem Intervallgefühl, dem eigentümlichen Charakter der einzelnen Intervalle (der Süfsigkeit der reinen Terz, der Leerheit der Quinte, dem Glanz oder der Erhabenheit der Octave u. dgl.), sondern sie zeigen bei allen Intervallen immer nur die nämlichen zwei Qualitäten „scharf" und „matt".

Die Befriedigung bei der Erreichung des subjectiv reinen Intervalls ist, scheint mir, gleichfalls bei allen Intervallen qualitativ die nämliche. Alles qualitativ Verschiedene im Gefühlseindruck reiner Intervalle fliefst aus anderen Quellen; und wenn wir auch bei dem wohlthuenden Eindruck einer reinen Terz nicht zwei verschiedene Gefühle gesondert nebeneinander haben, ein Intervallgefühl und ein Reinheitsgefühl, so mufs doch in der Theorie die Unterscheidung gemacht werden.

Wir gebrauchen im Folgenden den Ausdruck „Reinheitsgefühl" für die negativen und die positiven Gefühle (Unlust- und Lustgefühle) dieser Gattung, betrachten aber die negativen, die Unreinheitsgefühle, als die primären.

In besonderen Fällen kann das Intervallgefühl trotz der principiellen Unabhängigkeit auf das Reinheitsgefühl Einflufs üben. So ist es bei der kleinen Terz. Wir haben gesehen, dafs hier Verkleinerungen, auch wenn sie deutlich als solche aufgefafst wurden, nur mit geringem Unlustgefühl verknüpft waren (S. 98). Die Mollterz verträgt eben ihrem Intervallcharakter nach etwas Mattes, Gedrücktes. Nur wenn es im gegebenen Fall unsrem Geschmack nach des Guten z u v i e l ist, bezeichnen wie sie als unrein. Dagegen verträgt sie etwas Scharfes überhaupt nicht, es sei denn, dafs der akustische Geschmack vorübergehend umgestimmt ist. Entsprechendes zeigte sich auch bei der grofsen Terz (S. 109).

Der Recurs auf ein eigenes Reinheitsgefühl hat für den erklärungsbedürftigen Psychologen etwas Widerstrebendes; insofern man die verrufene Erklärungsweise darin finden könnte, die für jede Erscheinung eine besondere Kraft statuirt. Doch liegt die Sache hier etwas anders. Gefühle sind nicht hypothetische Kräfte, sondern beobachtbare Wirklichkeiten, und das Vorhandensein eines Reinheitsgefühls ist ganz zweifellos. Die Frage kann nur sein, ob es die F o l g e des Reinheits- (bez. Unreinheits-) Urtheils ist oder seine U r s a c h e. Wir entscheiden uns, ge-

zwungen durch die Thatsachen, für die letztere Annahme; und ich gestehe, dafs mir dieses, meinen ursprünglichen Anschauungen entgegengesetzte, Ergebnifs als das wichtigste dieser Untersuchung erscheint, da es zu neuen wesentlichen Gesichtspunkten hinführt.

Denn nun erwächst die Aufgabe, die Entstehung des Reinheitsgefühls selbst zu erklären. Hierüber mufs eingehender im Zusammenhang der musikalischen Gefühlslehre untersucht werden. Vorläufig nur Folgendes. Das Reinheitsgefühl kann im Verlauf des individuellen Lebens aufserordentlich gesteigert werden; aber der Anlage nach scheint es angeboren zu sein. Dagegen ist wieder eine Entwickelung dieser angeborenen Mitgift im Laufe der Generationen anzunehmen, und hier allerdings dürfte, wenn wir bis auf die erste Entstehung zurückgehen, das Causalverhältnifs zwischen Urtheil und Gefühl das umgekehrte sein, also das Urtheil das Primäre und das Gefühl die Folge davon. Es läfst sich denken, dafs zuerst gröbere Abweichungen von dem reinen Intervall in der That als Abweichungen von der bezüglichen Verschmelzungsstufe wahrgenommen wurden, und dafs diese rein theoretische Wahrnehmung auf Grund des Verschmelzungsmerkmals das Bedürfnifs erzeugte, den einen der beiden Töne um soviel zu verschieben, bis die zunächstliegende ausgesprochene Verschmelzungsstufe (der nächstliegende Gipfel der Verschmelzungscurve, Tonpsych. II, 176) erreicht war; oder, was dasselbe ist: dafs die Abweichung von diesem Punkte eben als Abweichung vom Normalen aufgefafst wurde. Wenn wir dabei von einem „Bedürfnifs“ nach einem „Normalen“ reden, ist allerdings vorausgesetzt, dafs in den bezüglichen Verschmelzungsstufen selbst schon irgend etwas Reizvolles lag; und dies setzt wieder das Vorhandensein eines gewissen Intervallgefühles voraus. Aber wenn auch nur beispielsweise die Einheitlichkeit der Octave als etwas Merkwürdiges empfunden wurde, so war schon ein solcher Reiz gegeben.

Jenachdem es sich nun um eine Abweichung nach der Höhe oder Tiefe handelte, jenachdem das Intervall vergröfsert oder verkleinert werden mufste, um die nächstliegende wohlmarkirte Verschmelzungsstufe zu erreichen, erschien die Abweichung als ein Zurückbleiben oder ein Hinausgehen über das Normale, woran sich dann leicht die Association der Schärfe, der Uebertreibung oder der Mattigkeit, Unzulänglichkeit, Schalheit u. dgl.

knüpfen konnten. Das Gefühl, das so entstand, war ein auf Wahrnehmung und daran associirten Vorstellungen beruhendes. Dieses scheint aber allmählich in ein rein sinnliches übergegangen zu sein, das direct von der Empfindung der beiden Töne ausgelöst wird, bevor noch die Wahrnehmung der Abweichung erfolgt. In dieser Form wird es nun angeboren und dient dem Wahrnehmungsurtheil über Abweichungen als Wegweiser. Auch zu den Associationen, deren Wirkung es früher gewesen, verhält es sich nunmehr als Ursache.

Es soll dies aber hier nur als Idee ausgesprochen sein, um einen Weg anzudeuten, auf dem man in der Erforschung der Causalzusammenhänge weiterkommen könnte, und auf welchen man sich meiner Meinung nach auch in anderen Fragen der musikalischen Gefühlslehre gewiesen findet.

2. Wir begreifen nun zunächst, wie es vorkommen kann, dafs man ein Intervall als unrein beurtheilt, ohne doch sogleich die Richtung der Verstimmung angeben zu können. Manche Personen finden sich öfter, andere seltener in dieser Lage. Bei der Frage nach Gleichheit oder Verschiedenheit zweier Töne (Unterschiedsempfindlichkeit) kann es im Grunde nicht vorkommen, dafs man klar die Verschiedenheit erkennt, ohne zugleich zu erkennen, ob der zweite Ton tiefer oder höher ist als der erste[1], weil hier doch wohl nur die Empfindung als solche maafsgebend sein kann und die beiden Richtungen der Tonbewegung nichts Gemeinschaftliches haben. Dagegen kann das Erwähnte hier vorkommen, weil die beiden Abweichungen die Unannehmlichkeit des Eindrucks gemeinsam haben und sich dadurch von dem subjectiv reinen Intervall gemeinschaftlich unterscheiden. Es kann geschehen, dafs einer zunächst nur im Allgemeinen eine undefinirbare Unbehaglichkeit verspürt, wie sie für unreine Intervalle charakteristisch ist, und dafs dieser generelle Eindruck stärker und deutlicher ist als die specifische Verschiedenheit innerhalb des Unreinheitsgefühls. Hierin können auch persönliche Unterschiede bestehen. Selbstverständlich kann jene allgemeine Unbehaglichkeit durch Nebenumstände auch beim reinen Intervall hervorgerufen werden, ebenso wie die specifischen Gefühlsunterschiede nicht untrüglich sind.

---

[1] Vgl. M. Meyer, Unterschiedsempfindlichkeit etc. Oben S. 73 f.

3. Dafs die grofse Terz gröfser, die kleine kleiner gewünscht wird, als es den physikalischen Verhältnissen 4 : 5 und 5 : 6 entspricht, daran scheint mir nicht die Gewöhnung an die temperirte Stimmung oder gar ein Einflufs der pythagoreischen Quintenconstruction Schuld zu sein. In beiden Fällen würde man erheblich gröfsere Abweichungen erwarten müssen. Aufserdem ist die Erkenntnifs einer Verwandtschaft vierten Grades, wie sie bei der pythagoreischen Terz stattfinden würde, eine psychologisch unmögliche Leistung. Man kann nicht annehmen, dafs der Hörer, dem eine grofse Terz zur Beurtheilung ihrer Reinheit vorgelegt ist, in aller Schnelligkeit vier Quintengänge und zwei Octavenschritte mache, und dafs dabei auch noch eine ebensogrofse oder gröfsere Genauigkeit herauskäme als bei jedem Quinten- und Octavenschritt für sich (denn Terzen wurden ja ebensogut oder besser beurtheilt als diese Intervalle). Und was die temperirte Terz betrifft, so hat man mit Recht bemerkt, dafs auch im Volksgesang und in anderen Fällen, wo keine Nachwirkung des Claviers angenommen werden kann, dennoch eine Ueberhöhung der grofsen Terz häufig beobachtet wird, sowie umgekehrt, dafs die physikalisch reine Stimmung von Accorden meistens auch von Solchen vorgezogen wird, die sich lebenslang mit Clavierspiel beschäftigt haben.

Der Grund für die Abweichungen bei den Terzen liegt meines Erachtens einfach in den ästhetischen Bedürfnissen des Ausdrucks, auf die bereits Moritz Hauptmann gelegentlich hinwies. Man steigert in aller Kunst gern das Charakteristische, um es besser hervorzuheben, also die Gröfse der grofsen, die Kleinheit der kleinen Terz. Aber die Steigerung darf für ein feines Ohr und einen feinen Geschmack eben auch nur ein sehr Geringes betragen.

Eben darum ist dieser Zug auch nur im Allgemeinen zu constatiren, nicht ausnahmslos, und kann durch Nebeneinflüsse auch gelegentlich in sein Gegentheil verkehrt werden.

4. Dafs nun aber nicht blos bei grofsen Terzen, sondern auch bei Quinten und Octaven eine Neigung zur Vergröfserung, und zwar mit der Gröfse des Intervalls zunehmend, sich findet, und dafs dies besonders bei aufsteigender Bewegung hervortritt, läfst sich vielleicht auf folgende Umstände zurückführen:

a) Bei den consonanten Intervallen aufeinanderfolgender Töne der Dur-Leiter läfst sich eine Neigung verstehen, in der

Richtung der Tonbewegung ein wenig zu übertreiben, also das Intervall etwas zu erweitern. Das Bedürfnifs des musikalischen Ausdrucks scheint dahin zu drängen. Jeder Intervallschritt, sei es nach der Höhe, sei es nach der Tiefe, hat eine gewisse melodische Bedeutung, wenn sie sich auch nicht zureichend in Worte fassen läfst, und diese Bedeutung hängt mit an der relativen Distanz der Töne. Die grofse Terz hat schon etwas relativ Energisches (um dies einmal so auszudrücken) gegenüber der kleinen, durch das Ergreifen der zweiten Ganztonstufe statt der im Tonsystem ebenso möglichen Halbtonstufe. Der Quintenschritt ist aber wieder energischer als der Terzenschritt, und der Octavenschritt energischer als der Quintenschritt. Damit ist nicht Alles ausgedrückt, was der musikalische Mensch bei diesen Tonschritten fühlt, aber immerhin etwas davon. Wegen dieser ihrer dynamischen Bedeutung nun mögen wir jene Schritte lieber etwas zu grofs als zu klein hören, um des eigenthümlichen Reizes, der schon in dem blofsen Fortschreiten in einer gewissen Richtung (mit Ueberspringung zwischenliegender Stufen) liegt, nur ja nicht verlustig zu gehen. Es ist dieser Zug wieder nur ein Ausflufs des Princips kleiner Uebertreibungen zu Gunsten des Charakteristischen. Zugleich ist daraus ersichtlich, warum die Neigung zur Vergröfserung mit der Gröfse der Schritte selbst wächst.

b) Sie wird sich aber besonders geltend machen bei a u f s t e i g e n d e r Tonbewegung, weil dieser von vornherein der Charakter des energisch Fortschreitenden vorzugsweise eignet. Man fängt die Tonleiter unten an, auch Melodien beginnen gewöhnlich mit aufsteigender Bewegung, und wenn unleugbar den absteigenden Melodieanfängen ein besonderer Reiz innewohnt, hängt dies wahrscheinlich gerade auch mit dem Ungewöhnlicheren zusammen. Warum es natürlicher ist, aufsteigend zu beginnen, haben wir hier nicht zu untersuchen (es mögen u. a. räumliche Analogien, wie Ersteigen eines Gipfels u. dergl. mitwirken), die Thatsache wird man zugeben. Daher erschien uns auch das aufsteigende Intervall in den Versuchen natürlicher und bestand mehr oder minder die Neigung, das absteigende in Gedanken umzukehren und dann erst auf seine Reinheit zu prüfen (o. S. 151).

Indessen werden alle Umstände, die das Ausdrucksbedürfnifs in dieser Hinsicht modificiren, auch die Intonation modificiren.

So wird es namentlich auch auf die Accentvertheilung ankommen. Ich zweifle kaum, dafs gute Spieler z. B. die aufsteigende Octave beim Beginn des Mozart'schen *Es*-Dur-Quartetts durchschnittlich physikalisch rein intoniren, ohne Neigung zur Vergröfserung. Wir müssen immer im Auge behalten, dafs die isolirten Octaven, die wir hier mit Beseitigung aller Intensitäts- und sonstigen Unterschiede vorlegten, gewissermaafsen Abstractionen sind, an denen sich ein Niederschlag musikalischer Erlebnisse geltend machen kann, dafs aber in der Wirklichkeit die Umstände des einzelnen Falles viel ausschlaggebender sein können. Wir haben einen Leichenbefund aufgenommen und etwa eine Herzvergröfserung gefunden, aber wie das Herz dann und dann geschlagen hat, können wir daraus nicht entnehmen.

Bei der kleinen Terz ist ihres Charakters wegen die absteigende Bewegung natürlicher. Doch wird das ästhetische Motiv, durch welches sie noch mehr verkleinert wird, gleichwohl auch bei ihr am stärksten dann wirken, wenn die Tonbewegung in der Richtung stattfindet, in der wir die Durterz zu beurtheilen pflegen: denn nur dann kommt uns der Gegensatz der zurückgehaltenen Bewegung zur Halbtonstufe und der frei zum Ganzton fortschreitenden zum Bewufstsein, wenn die Bewegung in gleicher Richtung stattfindet. Das Moll wird am Dur gemessen. Daraus liefse sich verstehen, warum die Neigung zur Verkleinerung der kleinen Terz sich gleichfalls am meisten bei aufsteigender Bewegung zeigt (o. S. 99).

Zu dem genannten Motiv der Vergröfserung aufsteigender grofser Terzen, Quinten und Octaven kommt ein weiteres Motiv noch bei Sängern und solchen, die viel singen hören. Der Sänger und mit ihm der Hörer fürchtet eine zu tiefe Intonation bei aufsteigenden Intervallen mehr als eine zu hohe, einfach weil die Gefahr des Detonirens in Folge der natürlichen Trägheit des Organs und bei höheren Lagen in Folge der erforderlichen Anstrengung gröfser ist als die Gefahr zu hoher Intonirung. Es giebt zwar auch Sänger und zumal Sängerinnen, die consequent zu hoch singen, aber der Fall ist weit seltener. Dafs man aber auch beim blofsen Singenhören von diesen Gefühlen mitafficirt ist, werden Viele bestätigen. Ich habe nicht selten beim Anhören nicht ganz sicherer Solisten oder Chöre ein Gefühl reeller Anstrengung im Kehlkopf, und Andere geben sogar an, dafs sie sich an Stelle des Sängers heiser fühlen.

Von solchen Erfahrungen könnte also auch etwas auf das Urtheil übergegangen sein und zur Bevorzugung vergröſserter Intervalle mitwirken, wobei wiederum die Neigung mit der Gröſse des Intervalles wachsen muſs.

c) Von den Intervallen mit aufeinanderfolgenden Tönen kann nun eine solche Neigung auf die mit gleichzeitigen übergegangen sein. Wenn sie hier bei der Quinte besonders hervortritt (in den Collectivversuchen überhaupt nur bei der Quinte), so liegt dies wohl an der praktischen Verwendung der Quinte zum Stimmen, wobei die Saiteninstrumente wieder lieber etwas scharf stimmen, weil sich die Saiten doch wieder etwas herunterziehen, und die höheren mehr als die tieferen.[1] —

Ich gebe indessen alle diese Erklärungen mit gebührender Reserve. Man erklärt auch manchmal auf solchem Wege Dinge, die sich bei weiterer Erfahrung gar nicht als richtig herausstellen. Daſs jedenfalls psychologische Motive, die mit der Sensibilität für Gefühlswirkungen der Intervalle zusammenhängen, hier wirksam sind, geht wohl schon aus den nicht unerheblichen graduellen Differenzen hervor, die sich zwischen den Individuen finden (vgl. namentlich die Angaben bei Cornu und Mercadier für Quinte und Octave); ebenso aus der zeitweiligen Paralysirung dieser Einflüsse bei einunddemselben Individuum (2. Cap.). Es mögen aber auch noch hier und da Züge mitwirken, die in allgemeineren Gewohnheiten des Sinnesurtheils gründen, namentlich solche, die an die zeitliche Anordnung der Eindrücke geknüpft sind; doch haben unsere Versuche bestimmte Anhaltspunkte dafür nicht gegeben.

5. Daſs das Urtheil bei gleichzeitiger Angabe der Töne schlechter ausfiel, d. h. gröſsere Verstimmungen nöthig waren, um als solche erkannt zu werden, müſste paradox erscheinen, wenn das Kriterium des Reinheitsurtheils in der Verschmelzung der Töne läge, da die Verschmelzung bei gleichzeitigen Tönen doch an den actuellen Empfindungen wahrgenommen wird, bei aufeinanderfolgenden aber an einem empfundenen und einem blos vorgestellten Ton. Aber es ist uns nicht mehr paradox, nachdem wir erkannt haben, daſs das Urtheil auf einem besonderen Gefühl beruht, welches sich bei

[1] Vgl. meine Beobachtungen über Stimmen im Unisono, Tonpsych. I, S. 303.

aufeinanderfolgenden Tönen ebenso gut entwickeln kann. Ja es ist nun die Gleichzeitigkeit ein Hindernifs des Urtheils, weil dadurch der einzelne Ton weniger leicht in seiner Eigenthümlichkeit erkannt wird. Und je stärker die Verschmelzung, um so gröfser das Hindernifs, weil stärker verschmelzende Töne eben weniger vollkommen auseinandertreten. Daher die Schwierigkeit des Urtheils gerade bei der Octave. Bei der Terz mag die relativ geringe Distanz der Töne einen ähnlichen Effect haben. Dagegen stehen Quinten in beiden Beziehungen in der Mitte, und sind überdies als hauptsächliches Stimmintervall im Vortheil.

Es entsteht nur die Frage, warum man gerade Quinten, und zwar gleichzeitige, zum Stimmen (beim Clavier und bei den Streichinstrumenten aufser dem Contrabafs) benützt. Delezenne war der Meinung, dafs die besonders feine Empfindlichkeit für dieses Intervall den Anlafs bilde. Es wird aber vielmehr umgekehrt sein. Und die Ursache, warum man Quinten zum Stimmen der Streichinstrumente benützt, liegt wohl einfach darin, dafs bei unseren gegenwärtigen Streichinstrumenten aufser dem Contrabafs die Saiten aus praktischen Gründen der Handhabung nun einmal dieses Intervall darbieten; man hat gefunden, dafs sich so am besten darauf spielen läfst. Gleichzeitig aber streicht man sie an, weil man dabei schneller zum Ziele kommt und weil so minimale Differenzen, wie sie beim successiven Streichen noch etwa zu ermitteln wären, praktisch ganz gleichgültig sind. Cellisten pflegen indessen schon häufig das Nacheinander der Töne zu benutzen, um sich der Reinheit zu vergewissern (oder sie nehmen das Flageolet zu Hülfe).

Beim Clavier empfiehlt sich die Benützung von Quinten (aufser Octaven) zum Abstimmen wegen der gleichschwebenden Temperatur, weil die erforderlichen Schwebungen bei Quinten besonders gut zu beobachten sind. Durch die gleichschwebenden Quinten wird nun freilich das Gehör für reine Quinten nicht geschärft, aber auch nicht verdorben; es wird überhaupt nicht dadurch beeinflufst, sonst müfste eine Verkleinerung vorgezogen werden. Die Uebung im Stimmen kommt hier aber überhaupt als Erklärungsprincip nicht in Betracht, da Clavierspieler ihr Instrument nicht selbst zu stimmen pflegen.

6. Dafs obertonreiche Klänge weniger sichere Reinheitsurtheile liefern, kann nur für diejenigen wunderbar sein, die mit Helmholtz in zusammenfallenden Ober-

tönen das Wesen der Consonanz und der Intervalle erblicken Ja sie müssen consequent das Reinheitsurtheil bei einfachen Tönen für überhaupt unmöglich erklären. Hat aber Consonanz mit Obertönen nichts zu thun, wie dies aus zwingenden Gründen hervorgeht, so wird der Reichthum an Obertönen keinen Vortheil für das Intervallurtheil bilden. Umgekehrt müssen die unvermeidlichen dadurch bedingten Nuancen der Klangfarbe der beiden Klänge störend wirken: und so war es auch.

Seltsamerweise findet Schischmanow in seinen Ergebnissen statt einer Widerlegung eine Bestätigung der Helmholtz'schen Lehre: „Im Allgemeinen dürfte der Satz, daſs wir die Reinheit der harmonischen Intervalle nach der Coincidenz der Partialtöne beurtheilen, seine Gültigkeit behaupten.“ Er schlieſst dies daraus, daſs die Reihenfolge der Intervalle nach ihrer Empfindlichkeit für Verstimmungen sich als übereinstimmend mit der Reihenfolge nach der Consonanz erwiesen habe. Da er aber mit Stimmgabeln operirte, die überhaupt keine Obertöne, oder nur die zwei ersten schwach enthalten, während doch bei der groſsen Terz der 4. und der 5., bei der kleinen Sexte der 5. und der 8. Theilton zusammenfallen müſsten, so war die Consequenz, die er ziehen muſste, genau die umgekehrte. So stark sind Vorurtheile.

7. Was endlich die Ordnung der Intervalle nach ihrer Empfindlichkeit betrifft, so scheint aus unseren Ermittelungen hervorzugehen, daſs nur die Quinte sich vor den übrigen untersuchten Intervallen auszeichnet, daſs unter diesen selbst aber merkliche Unterschiede nicht bestehen. Bei der Quinte ist der Vorzug aus den vorher erwähnten Umständen zu begreifen.

Die Erklärung hat sich also in dieser Sache vielmehr darauf zu richten: Woher stammt das so gut wie allgemein angenommene Dogma, daſs die Empfindlichkeit für Verstimmungen mit dem Consonanzgrade des Intervalls abnehme?

Ich möchte glauben, daſs es mehr theoretische als empirische Wurzeln hat; wie es denn auch sogleich das erste Mal, wo wir es vorfinden, nämlich bei Ptolemaeus, mit speculativ-philosophischen Erwägungen in Zusammenhang steht, die auf den alten Satz hinauszulaufen scheinen, daſs die Verderbniſs des Besten

am schlimmsten ist.[1] Das heifst aber, auf unseren Fall übertragen, doch eigentlich nur: w e n n wir eine Verstimmung merken, ist sie unangenehmer bei der Octave als bei der Quinte, Terz u. s. f. Aber es würde nicht schon beweisen, dafs wir sie bei der Octave eher bemerken. Die Octave hat sozusagen die stärkste Verpflichtung rein zu sein, man kann ihr eine Abweichung schwerer verzeihen. Das ist nicht zu verwechseln mit der Gröfse der ebenmerklichen Abweichung selbst. Im Gegentheil könnte man, wenn man hier analogisiren will, sagen: beim Vornehmen mufs mehr gestohlen werden, wenn es bemerkt werden soll, als beim kleinen Mann. Wenn man Intervalle als Tonabstände definirt (wie dies früher geschah), müfste man ohnedies den Schlufs in solcher Weise umkehren: denn von Terz zu Quinte und Octave nimmt der Tonabstand zu und bei gröfseren Abständen mufs man gröfsere Fehler erwarten.

Ich habe früher das allgemein angenommene Gesetz selbst für richtig gehalten und es, da ich zugleich der Meinung war, dafs die Verstimmung auf Grund wahrgenommener Verschmelzungsunterschiede beurtheilt werde, dahin ausgesprochen: dafs bei den stärkeren Verschmelzungen geringere Abweichungen noch erkannt würden. In dieser Form ist das Gesetz auch von allen, die seitdem über Tonverschmelzung geschrieben haben, angenommen worden. Aber es läfst sich nicht halten. Die reine Stimmung wird eben nicht an der genauesten Erreichung der bezüglichen Verschmelzungsstufe erkannt, sondern an dem Eintritt des eigenthümlichen Lustgefühls, das wir als Reinheitsgefühl bezeichneten und das innerhalb der consonanten Intervalle keine wesentlichen Abstufungen aufweist. Und die eben unreine Stimmung ist nicht eine ebenmerkliche Abnahme der bezüglichen Verschmelzung, sondern eine solche Abstimmung, bei der zuerst eine Spur der Mattigkeit oder der Schärfe auftritt, die sich nur als Unlustgefühle charakterisiren lassen und die wiederum für alle consonanten Hauptintervalle nicht blos den gleichen Gefühlston, sondern auch im Wesentlichen die gleiche Feinheit besitzen. Mit den Verschmelzungsstufen haben diese Gefühlsunterschiede nichts zu thun.

Man könnte die Annahme versuchen, dafs das alte Dogma

[1] Vgl. m. „Geschichte des Consonanzbegriffes", I. Theil, *Abhandl. der Münchener Akad. d. Wiss.* 21. Bd., 1897, S. 59.

doch wenigstens bei Klängen von schärferer Klangfarbe, wie sie ja in der praktischen Musik vorwiegend gebraucht werden, gewisse sachliche Anhaltspunkte habe. Stellen wir uns zuerst vor (was freilich nur eine Fiction ist), man beurtheile die Reinheit einer Octave so, dafs der höhere Ton mit dem zweiten Theilton des tieferen in Bezug auf Unisono verglichen werde, ebenso die Reinheit der Quinte durch Vergleichung des 3. Theiltons des tieferen mit dem 2. des höheren — wobei also die Reinheitsempfindlichkeit sich auf Unterschiedsempfindlichkeit reduciren würde. Dann müfste das Urtheil bei der Octave allerdings durchschnittlich am feinsten sein, da der zweite Theilton am stärksten unter den Obertönen vertreten zu sein pflegt, also die fragliche Vergleichung am leichtesten stattfände; und es müfste überhaupt mit abnehmender Consonanz die Schärfe des Reinheitsurtheils abnehmen, weil die Intensität der auf ihr Unisono zu prüfenden Theiltöne im Ganzen mit ihrer Ordnungszahl abnimmt. Nun findet zwar ein solcher Procefs beim gewöhnlichen musikalischen Urtheil nicht Statt: die Reinheitsempfindlichkeit ist nicht Unterschiedsempfindlichkeit, da man eben die Obertöne nicht gesondert heraushört. Aber es liefse sich annehmen, dafs die Obertöne, auch ohne gesondert vernommen zu werden, doch einen Einflufs auf das Reinheitsurtheil üben, indem kleine Abweichungen zwischen ihnen den bezüglichen beiden Klängen (auch wenn sie nur aufeinanderfolgen) etwas Fremdartiges gegeneinander gäben. Die Aehnlichkeit zweier Klänge, die durch gemeinsame unanalysirte Teiltöne entsteht, wird eben geringer, wenn sie nicht genau coincidiren.

Eine kühne Hypothese wäre es freilich, dafs Verstimmungen unbemerkter Theiltöne als Verstimmungen der ganzen Klänge gegen einander bemerkt würden, und es hat keiner von unseren Beobachtern auf Befragen zugegeben, dafs die Verstimmung der Quinte für ihn eine Verminderung der Aehnlichkeit ihrer beiden Töne miteinander bedeute; ja man verstand kaum, was damit gemeint war. Aber es wäre so wenigstens eine gewisse, wenn auch mehr papierne, Stütze für die Ueberlieferung zu finden.

Wir wollen nicht weitläufiger zeigen, warum eine wirkliche und sachliche Begründung doch nicht darin läge. Denn wenn auch die psychologische Construction einwandfrei und unsere Beobachtungen an obertonreichen Klängen damit vereinbar wären, so würde man immer noch kein Recht haben, den

Satz auch für obertonarme oder ganz einfache Töne auszusprechen.

Der Ursprung der überkommenen Lehrmeinung dürfte also doch wesentlich in rein speculativen Vorstellungen und in Mifsverständnissen liegen. Nachdem sie so aufgekommen war, hat Einer sie dem Anderen nachgesprochen.

Zum Einfluſs der Klangfarbe auf die Analyse von Zusammenklängen.

Von

C. Stumpf.

Diese Frage, der ich in der Tonpsychologie II, 348—358 längere Betrachtungen widmete, hat neuerdings zu Discussionen Anlaſs gegeben. Den Ausgangspunkt bildeten u. A. Faist's Versuche an Unmusikalischen, über die im ersten Aufsatz dieses Heftes berichtet ist. Dort ist jedoch S. 13 aus Versehen angegeben, daſs nach Faist die Unterschiede in der Zahl der Einheitsurtheile bei scharfen Klangfarben geringer wären als bei milden. Es verhielt sich in seinen Versuchen umgekehrt. Die Zahlen stellen sich (wenn wir nach dem Vorgange M. Meyer's für die Intervalle auſser Octave und Quinte nur die Durchschnittszahlen geben) folgendermaaſsen:

Procentzahlen von Einheitsurtheilen nach Faist.

	Octaven	Quinten	Uebrige Intervalle
Milde Klänge (Register „Gedackt") .	52	44	26
Scharfe Klänge (Harmonium) . . .	83	54	22

Bei meinen eigenen Versuchen wurden so scharfe Klänge wie die des Harmoniums überhaupt nicht angewandt. Doch hatte ich bei den drei Prager Versuchsreihen (Tonpsych. II, 145 f.) die nämlichen Personen zuerst mit dem sehr obertonarmen Register Gedackt, dann in den zwei letzten Reihen mit dem schärferen Register Principal geprüft (letzteres gilt zwar auch noch als eines der milderen, lieſs aber doch ziemlich starke Obertöne hören). Die Ergebnisse waren, in gleicher Weise dargestellt, folgende:

Procentzahlen von Einheitsurtheilen nach Stumpf.

	Octaven	Quinten	Uebrige Intervalle
Milde Klänge (Gedackt)	75	68	10
Schärfere Klänge (Principal) . .	72	56	25
„ „ . „ . . .	80	63	40

Die dritte dieser Reihen lassen wir zweckmäfsiger aufser Betracht, da die Töne hier um eine Octave höher lagen, während die beiden ersten Reihen in derselben Octave wie bei Faist (der eingestrichenen) ausgeführt wurden.

Meine Ergebnisse stimmen mit denen Faist's insofern überein, als die Zahlen der Octave und der Quinte sich beim Uebergang zu der schärferen Klangfarbe weiter von einander entfernen. Dagegen besteht eine Discrepanz insofern, als bei Faist auch die Zahlen der übrigen Intervalle sich weiter von denen der Octave entfernen, während sie sich bei mir denselben nähern.

Indessen ist zu bedenken, dafs Faist bedeutend stärkere Unterschiede in der Klangfarbe anwandte, und dafs seine Ergebnisse sich auch theoretisch ziemlich leicht begreifen, während das entgegengesetzte Verhalten, wie wir oben S. 13 f. gesehen haben, für die Erklärung Schwierigkeiten bereiten würde. Ich möchte daher selbst auf Faist's Ergebnisse in dieser Hinsicht das gröfsere Gewicht legen. Die Erklärung aber liefse sich auf folgende Weise gewinnen.

Man findet häufig, dafs bei Zungenapparaten die Hinzufügung einer höheren Octave zu einem Ton auch für Musikalische fast unmerklich bleibt. Diese Erscheinung besprach ich Tonpsych. II, 357 und bemerkte zur Erklärung unter Anderem: „Die Zunge c^1 enthält bereits den Ton c^2 als starken Oberton in sich. Tritt nun die Zunge c^2 in Thätigkeit, so verändert sich in der Gesammterscheinung nicht so viel, als wenn c^2 zum einfachen oder nur von schwachen Obertönen begleiteten c^1 hinzutritt. Und hat man vorher den Klang der Zunge c^1 als Einheit aufgefafst, so wird diese Auffassung durch die verhältnifsmäfsig geringe Aenderung der Gesammterscheinung nicht umgestofsen."

Wenn nun Versuchsreihen ähnlicher Art, wie sie Faist und ich an Unmusikalischen anstellten, an Musikalischen angestellt würden, so würde in Folge des genannten Umstandes selbst da bei Octaven unter Anwendung von scharfen Zungenklängen eine

gewisse Anzahl von Einheitsurtheilen vorkommen, während Quinten und andere Intervalle von solchen ausnahmslos als zwei Töne erkannt werden. Bei Unmusikalischen aber wird nicht blos die Zahl der Einheitsurtheile bei Octaven entsprechend steigen, sondern kann sich auch noch bei Quinten ein gleicher Einflufs zeigen, da auch bei diesem Intervall der Unterschied der Gesammterscheinung zwischen einem Einzelklang und demselben Klang plus seiner Oberquinte noch merklich geringer ist für scharfe als für milde Klänge.

Auch dem Unmusikalischen bleibt, wenn er Ein und wenn er zwei Instrumente von einer bestimmten Klangfarbe hört (und er hört sowohl scharfe als milde Klänge von Anfang an) der Unterschied von Ein- und Zweiklang nicht sein Leben lang absolut verborgen. Aber die geringe Urtheilsfähigkeit, die er sich erwirbt und die in unseren Urtheilszahlen zum Ausdruck kommt, mag wohl in Folge des erwähnten Umstandes eine noch geringere sein für scharfe als für milde Farben.

So würden sich die gröfseren Zahlen der Einheitsurtheile in den Versuchsreihen am Harmonium unschwer deuten lassen.

M. Meyer hat eine Erklärung gegeben (*Zeitschr. f. Psychol.* XVII, 413 f.), worin er dasselbe Princip verwendet[1], es aber mit der Hypothese verknüpft, dafs den Zweiheitsurtheilen unsrer Unmusikalischen überhaupt niemals oder nur ausnahmsweise eine wirkliche Unterscheidung der beiden Töne zu Grunde gelegen habe. Die Aussage „zwei Töne“ bedeute in ihrem Munde nicht, dafs sie zwei Töne in dem Zusammenklang unterschieden, sondern nur, dafs sie den Einen Klang auf zwei Instrumente (Tasten) bezogen hätten.

Diese Hypothese steht in keiner nothwendigen Verbindung mit der Erklärung obiger Erscheinung; und sie scheint mir in sich selbst unhaltbar. Die Unterschiede zwischen Musikalischen und Unmusikalischen sind grofs genug, aber sie sind nur gradueller Natur, und sowohl Faist als ich haben die äufsersten Grade nach der unmusikalischen Seite von unseren Versuchen ausgeschlossen. Des Näheren siehe die Discussion hierüber in der *Zeitschr. f. Psych.* XVII u. XVIII.

[1] S. 415: „Wenn wir zu einem scharfen Tone die höhere Octave in gleicher Klangfarbe hinzufügen, so ändert sich dadurch nicht viel mehr als dafs ein Theil der Obertöne verstärkt wird.“

Druck von Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a. S.





